



Universidade de Lisboa  
Faculdade de Motricidade Humana



# **Variabilidade da Frequência Cardíaca e Carga de Treino em Nadadores de Competição**

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Treino Desportivo

Orientador: Doutor Francisco José Bessone Ferreira Alves

Júri:

Presidente

Doutor Francisco José Bessone Ferreira Alves  
Vogais

Doutora Cristina Paula Fidalgo de Negreiros Monteiro Bento

Doutora Joana Filipa de Jesus Reis

**Soraia Isabel Vinagre Custódio**

**Maio 2014**

"As pessoas bem-sucedidas, nada mais são do que gente que desenvolveu o poder de acreditar em si mesmas e naquilo que realizam."

*(David Schwartz)*

## **Agradecimentos**

Este estudo é, de algum modo resultado de algumas colaborações e prestações de boa vontade, resultado do longo percurso académico, sendo este o momento ideal para demonstrar o meu “OBRIGADO” a todos aqueles que me apoiaram para que este percurso fosse possível.

Desta forma, deixo expresso o meu reconhecimento e agradecimento de forma geral aos meus familiares, amigos e colegas. Em particular:

Ao Professor Doutor Francisco Alves por toda a ajuda, orientação, disponibilidade e a esclarecida supervisão durante este percurso.

À professora Cristina Bento, por toda a ajuda, paciência e sugestões.

Aos amigos (em especial, ao José Morgado), pela dedicação, ajuda, apoio, disponibilidade total ao longo da sua realização.

Aos familiares (especialmente Pais e Irmã) que apoiaram e ajudaram desde o primeiro minuto, para que fosse possível a sua concretização.

Ao meu namorado, Alexandre, por me ter apoiado e compreender o intenso esforço necessário dedicado ao estudo.

Aos colegas de mestrado, que acompanharam este percurso.

Ao respetivo clube e treinadores que colaboraram e consentiram a realização dos testes, antes do processo de treino.

A todos, MUITO OBRIGADO.

## Resumo

**Título:** Variabilidade da Frequência Cardíaca e Carga de Treino em Nadadores de Competição.

A relação entre a regulação autonómica da função cardíaca avaliada através da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e os diferentes estados de treino e fadiga que caracterizam o processo de treino em atletas de nível elevado de desempenho continua pouco clara. O objectivo deste estudo foi analisar a variação de parâmetros da VFC em diferentes momentos de uma época desportiva de modo a poder confirmar a sua utilidade enquanto indicadores de fadiga e de adaptação induzidas pelo treino. Para o efeito foram seleccionados 12 nadadores, 6 do sexo feminino (idade:  $14,65 \pm 1,47$ ; altura:  $162,40 \pm 4,02$ ; peso:  $53,15 \pm 4,42$ ) e 6 do sexo masculino (idade:  $17,61 \pm 2,48$ ; altura:  $174,58 \pm 7,04$ ; peso:  $67,83 \pm 11,25$ ), de nível nacional. Os 4 momentos de avaliação ocorreram num mesmo macrociclo: M1 nas duas semanas iniciais; M2 após a primeira fase de grande volume da carga de treino, M3 após a fase de maior intensidade de treino e M4 na segunda semana de *taper*. A frequência cardíaca foi recolhida sempre em decúbito dorsal, com ritmo respiratório controlado, durante 8 minutos, retendo-se os últimos 5 minutos para determinação dos parâmetros temporais e de frequência da VFC, a partir dos intervalos RR (Polar RS800™; Kubios HRV). O factor sexo não mostrou influenciar os valores de VFC, o que legitimou uma análise posterior considerando o grupo total de nadadores. No domínio temporal, verificou-se um aumento significativo entre M1 e M4 para os parâmetros RMSSD, NN50, e SD1, tendo-se o mesmo verificado entre M3 e M4 para pNN50. Em todos estes parâmetros houve tendência de decréscimo de M1 para M2, com posterior aumento para M3, não tendo estas variações atingido significância estatística. Os parâmetros no domínio da frequência não variaram significativamente. A variação dos parâmetros no domínio temporal da VFC ao longo da época de treino revela que houve reforço da influência vagal na função cardíaca destes atletas, denotando adaptações aeróbias ao treino e, entre os momentos 3 e 4, efeito imediato de um período de recuperação relativa que colocou os indivíduos no ponto máximo da sua capacidade de desempenho competitivo.

**Palavras-chave:** Variabilidade da frequência cardíaca, treino desportivo, carga de treino, natação, fadiga, macrociclo, taper.

## Abstract

Title: Heart Rate Variability and Training Load in Competitive Swimmers

Influence of variation of training load and fatigue on the parameters of Heart Rate Variability (HRV) in well trained endurance athletes is still being discussed. The aim of this study was to analyze the response of HRV in different phases of a training macrocycle in order to verify its utility as a marker for training-induced fatigue and adaptations. Twelve national level swimmers were selected for this study, 6 females (age:  $14,65 \pm 1,47$ ; height:  $162,40 \pm 4,02$ ; weight:  $53,15 \pm 4,42$ ) and 6 males (age:  $17,61 \pm 2,48$ ; height:  $174,58 \pm 7,04$ ; weight:  $67,83 \pm 11,25$ ). Evaluation moments were: M1, first two weeks of the season; M2, after the first high volume period; M3, after a high intensity training period; M4, in the second week of the taper. Heart rate was measured always in supine position, with controlled breathing rate, during 8 minutes, retaining the last 5 minutes for determination of time and frequency parameters of HRV, from RR intervals (Polar RS800 <sup>TM</sup>; Kubios HRV). Sex factor did not show to influence HRV variation, allowing for a further analysis of the whole group. In the time domain, RMSSD, NN50, and SD1 increased significantly from M1 to M4, as was the case for pNN50 also from M3 to M4. All these parameters showed a tendency to decrease for M1 to M2, increasing to M3 and furthermore to M4 afterwards. Frequency domain parameters did not change. These results reveal a reinforcement of vagal influence due to aerobic training M1 to M4, but also the effect of the recovery period, which permitted to the athletes to obtain the highest levels of HRV concomitant to competitive performance peaking

Key Words: Heart Rate Variability, sports training, training load, swimming, fatigue, macrocycle, taper.

## Índice

Agradecimentos.....	3
Resumo.....	4
Abstract .....	5
Índice de Quadros, Figuras e Equações.....	8
Índice de Tabelas .....	10
Índice de gráficos .....	12
Lista de Abreviaturas.....	13
 Capítulo I – Introdução.....	 15
1.1.    Âmbito e Definição do Problema .....	15
1.2.    Objectivo e hipóteses do estudo .....	15
1.3.    Pertinência do estudo.....	16
Capítulo II – Revisão da Literatura .....	17
1.    Caracterização da Natação .....	17
1.1.    Caracterização Fisiológica da Natação Pura Desportiva (NPD) .....	18
2.    O Treino em Natação Pura Desportiva (NPD) .....	19
2.1.    Carga de Treino em NPD .....	20
2.2.    Quantificação da Carga de Treino .....	22
2.3.    Quantificação da Magnitude da Carga de Treino .....	23
3.    Frequência Cardíaca enquanto mecanismo de controlo do treino.....	24
3.1.    Frequência Cardíaca de repouso .....	24
3.2.    Frequência Cardíaca máxima .....	25
3.3.    Frequência Cardíaca Sub-máxima .....	25
3.4.    Frequência Cardíaca de Recuperação .....	27
4.    Variabilidade da Frequência Cardíaca .....	27
4.1.    Parâmetros a utilizar na análise dos dados da variabilidade da Frequência Cardíaca .....	28
5.    A Variabilidade da Frequência Cardíaca em Nadadores.....	30
6.    Periodização do Treino .....	31
6.1.    Macro ciclo .....	31
6.2.    Mesociclo .....	33
6.3.    Microciclo .....	34
6.4.    Sessão de Treino – Microestrutura.....	35

6.5.	Zonas de Intensidade de Treino .....	35
6.6.	Velocidade Aeróbia Máxima .....	38
6.7.	Capacidade de Trabalho Anaeróbio (CTA) .....	38
6.8.	Velocidade Critica .....	38
7.	Zonas de Treino da Resistência em Natação .....	39
Capítulo III – Metodologia .....		41
1.	Design do Estudo .....	41
2.	Amostra .....	41
3.	Procedimentos .....	43
3.1.	Caraterização da Amostra .....	44
3.2.	Frequência Cardíaca (FC).....	45
3.3.	Procedimentos no Terreno .....	45
3.4.	Procedimentos no Laboratório.....	46
3.5.	Procedimentos Estatísticos .....	47
Capítulo IV – Apresentação e Discussão dos Resultados .....		49
1.1.	Caracterização da Amostra .....	49
1.2.	Carga de Treino .....	51
1.3.	Parâmetros Avaliados na Frequência Cardíaca .....	53
1.3.1.	Valores VFC nos quatro momentos de uma época de treino, em ambos os sexos. .....	53
1.3.2.	Análise do efeito do exercício, do sexo e da interação exercício/sexo sobre as variáveis, em quatro momentos de uma época de treino .....	55
1.3.3.	Análise dos valores VFC, nos quatro momentos de avaliação durante uma época de treino, amostra única .....	59
1.3.4.	Resultados e Discussão .....	61
1.3.5.	Desempenho Competitivo dos Nadadores no 1º e 4º momento de avaliação .....	63
Capítulo V – Conclusões e Recomendações .....		69
1.	Conclusões .....	69
2.	Recomendações / Sugestões .....	71
Capítulo VI .....		72
1.	Referências Bibliografia .....	72
Anexos.....		76

## Índice de Quadros, Figuras e Equações

Quadro 1- Participação dos processos aeróbio e anaeróbio em diferentes distâncias competitivas, no estilo livre, em nadadores masculinos (Troup, 1990 Cit por Gomes Pereira, 1994).....	18
Quadro 1.1. - Distribuição aproximada da solicitação metabólica para as diferentes distâncias de competição em Natação Pura Desportiva (Troup, 1990; Navarro, 1990; Maglischo, 1993; e al. Cit por Alves, 2000).....	18
Quadro 2 – Sugestão da distância e da percentagem semanal de treino em cada um dos níveis de treino, para nadadores de 200 e 400 metros (Maglischo, 1993).....	22
Quadro 3 - Zona de intensidade, objetivo, percentagem da velocidade máxima obtida através de um teste de 15 metros, latatemia provável e índices de ponderação adotados (Adaptado de (Mujika, Chatard et al. 1995; Valdevieso 2001; Maglischo 2003).....	24
Quadro 4 – Método simples de prescrição da intensidade de treino através da divisão da frequência cardíaca por diferentes escalas (Maglischo, 2003).....	26
Quadro 5 – Método de prescrição da intensidade de treino através da percentagem da frequência cardíaca máxima (Maglischo, 2003 adaptado de McArdle, Katch and Katch, 1996).....	26
Quadro 6 - Mesociclos (adaptado de Castelo et al., 2000).....	33
Quadro 7 - Microciclos (adaptado de Castelo et al., 2000, Raposo, 2002 e Navarro et al. 2003).....	34
Quadro 8 - Classificação das zonas de intensidade do treino de NPD (Adpt. Maglischo (1993), Alves (2000), Rama (1997).....	36



Figura 1. Planeamento Anual de Época de treino (JUNIORES).....	43
Figura 2. Planeamento Anual de Época de treino (SENIORES).....	44
Figura 3. Balança TANITA BC-601 monitor de escala de composição do corpo.....	45
Figura 4. Manual do utilizador, Polar RS800.....	46
Equação 1. Cálculo da magnitude global da carga de treino (UAC).....	23 /42
Equação 2 – Fórmula de Karvonen (ACSM’S, 2006).....	26
Equação 3 – Fórmula de cálculo das altas e baixas frequências em valores normalizados.....	29
Equação 4 - Cálculo da Idade Decimal.....	44

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Caracterização da Amostra do sexo feminino relativamente às características físicas, composição corpora.....	49
Tabela 2. Caracterização da Amostra do sexo masculino relativamente às características físicas, composição corporal.....	49
Tabela 3. Somas e Médias das UAC's nos quatro momentos de avaliação nos diferentes escalões.....	52
Tabela 4. Análise descritiva dos valores das variáveis, em quatro momentos de uma época de treino, no sexo feminino.....	53
Tabela 5. Análise descritiva dos valores das variáveis, em quatro momentos de uma época de treino, no sexo masculino.....	54
Tabela 6. Análise do efeito médio do exercício, do sexo e da interação exercício/sexo, sobre as variáveis, em quatro momentos de uma época de treino (Análise de variância para medidas repetidas) .....	55
Tabela 6.1. Análise estatística post hoc do efeito do exercício sobre a variável significativa, nos quatro momentos de uma época de treino (teste de Bonferroni).....	55
Tabela 7. Média e Desvio Padrão nos quatro momentos de uma época de treino, em ambos os sexos.....	56
Tabela 8. Análise do efeito do exercício sobre as variáveis em quatro momentos de uma época de treino, em ambos os sexos (teste de Friedman).....	57
Tabela 9. Análise Estatística do efeito do exercício nos diferentes momentos de uma época de treino (Teste de Wilcoxon).....	58

Tabela 10. Análise Estatística dos parâmetros avaliados, durante os quatro momentos de avaliação durante uma época de treino (Anova para Medidas Repetidas / Análise de variância para medidas repetidas) .....	59
Tabela 11. Análise Estatística dos parâmetros significativos, durante os quatro momentos de avaliação durante uma época de treino (Teste T).....	59
Tabela 12. Análise descritiva dos valores das variáveis significativas, em quatro momentos de uma época de treino, amostra única.....	60
Tabela 13. Percentagem do Desempenho Competitivo dos indivíduos no M1 e M4.....	63

## Índice de gráficos

Gráfico 1. UAC das três semanas antes do M1.....	51
Gráfico 2. UAC das três semanas antes do M2.....	51
Gráfico 3. UAC das três semanas antes do M3.....	51
Gráfico 4. UAC das três semanas antes do M4.....	51
Gráfico 5. Média e Desvio Padrão nos quatro momentos de uma época de treino, em ambos os sexos.....	56
Gráfico 6. Variação do intervalo RR durante uma época de treino, individualmente.....	64
Gráfico 7. Variação do intervalo RMSSD durante uma época de treino, individualmente.....	65
Gráfico 8. Variação do intervalo NN50 durante uma época de treino, individualmente.....	66
Gráfico 9. Variação do intervalo pNN50 durante uma época de treino, individualmente.....	66
Gráfico 10. Variação do intervalo SD1 durante uma época de treino, individualmente.....	67
Gráfico 11. Variação do intervalo SD2 durante uma época de treino, individualmente.....	68

## **Lista de Abreviaturas**

AUL – Arbitray Units of Load

BPM – Batimentos Por Minuto

CTA – Capacidade de Trabalho Anaeróbio

EC - Quantidade de Oxigénio Consumida por Unidade de Distância Percorrida

EEML – Estado Estacionário Máximo de Lactato

FC – Frequência Cardíaca

HFP - Poder das Altas-Frequências

HR – Média da Frequência Cardíaca

HRV – Variabilidade da Frequência Cardíaca

IMC – Índice de Massa Corporal

LFP - Poder das Baixas Frequências

LFP/HFP - Razão entre os Poderes das Baixas e Altas Frequências

% MG – Percentagem de Massa Gorda

MIG – Massa Isenta de Gordura

NN50 – Mínimos Sucessivos de Intervalos RR que Diferem mais de 50ms

NPD – Natação Pura Desportiva

O<sub>2</sub> – Oxigénio

pNN50 – Percentagem dos Mínimos Sucessivos de Intervalos RR que Diferem mais de 50ms

RMSSD – Raiz Quadrada das Diferenças entre a Média dos Intervalos RR

RR – Média dos Intervalos RR

SDNN - Desvio Padrão dos Intervalos RR

STD HR – Desvio Padrão dos Valores Instantâneo da Frequência Cardíaca

UAC – Unidade Arbitrária da Carga

VAM – Velocidade Aeróbia Máxima

VC – Velocidade Crítica

VFC – Variabilidade da Frequência Cardíaca

VLFP - Poder das Muito Baixas Frequências

VO2máx – Volume Máximo de Oxigénio Consumido

## **Capítulo I – Introdução**

### **1.1. Âmbito e Definição do Problema**

O presente estudo insere-se no âmbito do Mestrado em Treino Desportivo, promovido pela Faculdade de Motricidade Humana, da Universidade de Lisboa e visa o estudo da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e da carga de treino em nadadores.

**Estudar o Efeito do treino sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca em nadadores de competição.**

Pretende-se estudar os efeitos da variação da quantidade da carga de treino ao longo da época de Inverno na resposta de determinados parâmetros associados à VFC em nadadores e conhecer a influência do sexo sobre esta resposta.

### **1.2. Objetivo e hipóteses do estudo**

O objetivo deste estudo foi analisar a variação de parâmetros da VFC em diferentes momentos de uma época desportiva de modo a poder confirmar a sua utilidade enquanto indicadores de fadiga e de adaptação induzidas pelo treino.

Colocou como hipóteses experimentais:

- Parâmetros da VFC no domínio temporal mostrarão uma elevação inicial devido ao impacto das cargas aeróbias;
- Parâmetros da VFC no domínio temporal sofrerão redução significativa após fases de maior carga de treino, devido a fadiga acumulada;
- Parâmetros da VFC no domínio temporal mostrarão uma elevação final concomitante com o período de recuperação antes da fase final das competições (taper)
- Parâmetros da VFC no domínio das frequências mostrarão um aumento da influência vagal inicial devido ao impacto das cargas aeróbias;

- Parâmetros da VFC no domínio das frequências mostrarão um aumento da influência simpática após fases de maior carga de treino, devido a fadiga acumulada;
- Parâmetros da VFC no domínio temporal mostrarão uma elevação final da influência vagal concomitante com o período de recuperação antes da fase final das competições (taper).

### **1.3. Pertinência do estudo**

O termo variabilidade da frequência cardíaca significa a representação das modificações no intervalo do batimento cardíaco, estando assim associada à frequência cardíaca (Tarvainen, M. P. & Niskanen, J.P. 2005).

Na natação, a frequência cardíaca é o principal método que os treinadores utilizam para monitorizar o treino. O valor da frequência cardíaca pode ser utilizado quer na monitorização da resposta do atleta à carga de treino e avaliar as alterações na condição física, quer na prescrição das intensidades de treino (Maglischo, 2003).

A frequência cardíaca é um mecanismo simples, mas muito informativo sobre os parâmetros cardiovasculares. Uma das suas vantagens é o seu fácil acesso, através de uma simples contagem dos batimentos cardíacos pela palpação da artéria radial ou da carótida, no entanto, a frequência cardíaca pode ser influenciada por diversos fatores que levam a que se cometam erros na sua medição (Wilmore & Costill, 1994).

Considerando as várias definições de fadiga, Silva (2006), emerge a certeza comum de que este estado constitui fator limitador do desempenho humano em diversas realidades, nomeadamente a do treino desportivo.

Expressa-se a nível psicológico e fisiológico, constituindo o último a condicionante da performance que mais tem sido estudada no treino de competição, até porque os aspetos metabólicos da fadiga induzida pelo treino parecem ser os parâmetros mais relevantes para caracterizar os estados de sobressolicitação e sobretreino.



## **Capítulo II – Revisão da Literatura**

### **1. Caracterização da Nataação**

A nataação é um desporto que se pratica num meio específico, a água, é necessário conhecer todos os condicionalismos que este meio coloca ao movimento humano, assim o Homem para se deslocar tem de se adaptar a uma nova posição de equilíbrio, mecanismo respiratório e recursos motores. No conceito de Nataação Desportiva estão incluídas cinco disciplinas, o Pólo Aquático, os Saltos para a Água, a Nataação Sincronizada, Águas Abertas e a Nataação Pura Desportiva. É sobre esta última modalidade que o estudo vai incidir.

O meio aquático implica exigências específicas a vários níveis: anatómicas, em que não existe especificidade mecânica (flutuabilidade, resistência aos movimentos); coordenativa (musculatura dos membros superiores e cintura escapular, regulação postural sobre o aparelho “sustentador”); exigências de termorregulação, a água é aproximadamente vinte vezes melhor condutora térmica que o ar existindo uma perda de calor para a água; exigências metabólicas, dispêndio extra de energia para flutuar.

No séc. XX, com o desenvolvimento e importância dada à nataação de competição nas provas no programa Olímpico surgem investigações aplicadas, com vista a otimizar o rendimento dos atletas. Existe um aspeto comum para todos os investigadores que considera a eficiência do movimento humano dependente de fatores biomecânicos, fisiológicos, psicológicos e bioquímicos, que contribuem para o desempenho do atleta na competição, sendo que, o peso deste contributo variável com o momento e o indivíduo. (Cavanagh & Kram, 1985).

Dada a natureza do esforço em competição, o tipo de treinos implementados e as características fisiológicas do atleta de elevado nível, a nataação pode ser classificada como modalidade de “resistência”, predominantemente do tipo aeróbia. (Pereira, 1994; Monteptit, 1983).

O esforço na Nataação Pura Desportiva exige a solicitação, em maior ou menor grau, dos três sistemas de produção de energia. A participação relativa de cada sistema depende, evidentemente, da duração de cada prova, partindo do pressuposto que todo o desempenho competitivo é realizado à máxima intensidade. (Alves, 2000).

### 1.1. Caracterização Fisiológica da Natação Pura Desportiva (NPD)

A Natação Pura Desportiva pode ser considerada uma modalidade de “Resistência” devido a vários fatores que a caracterizam como, as competições reconhecidas oficialmente, as formas de treino implementadas e as particularidades fisiológicas do nadador de alto rendimento (Pereira, 1994; Alves, 2004).

Dado que existem tantos tipos de “resistência” quantos os processos de produção de energia e as condições em que se opera, no caso específico da Natação Pura Desportiva, a definição de “resistência” passa pela qualidade que permite ao atleta suportar por um longo período de tempo uma atividade física generalizada, sem quebra significativa de rendimento, resistindo aos mecanismos que desencadeiam a fadiga (Pereira, 1994).

Quadro 1- Participação dos processos aeróbio e anaeróbio em diferentes distâncias competitivas, no estilo livre, em nadadores masculinos (Troup, 1990 Cit por Gomes Pereira, 1994).

Distância (m)	% ANAERÓBIA	% AERÓBIA
<b>50</b>	69	31
<b>100</b>	55	45
<b>200</b>	39	61
<b>400</b>	19	81
<b>800</b>	13	87
<b>1500</b>	9	91

Quadro 1.1. - Distribuição aproximada da solicitação metabólica para as diferentes distâncias de competição em Natação Pura Desportiva (Troup, 1990; Navarro, 1990; Maglischo, 1993; e al. Cit por Alves, 2000).

Distância (m)	Solicitação Metabólica		
	% Aeróbia	% Anaeróbia Láctica	% Anaeróbia Aláctica
<b>50</b>	10-20	10-30	20-50
<b>100</b>	20-30	20-40	30-60
<b>200</b>	35-55	35-45	15-30
<b>400</b>	60-75	15-25	8-15
<b>800</b>	80-90	6-12	5-8
<b>1500</b>	88-94	5-10	1-3

## **2. O Treino em Natação Pura Desportiva (NPD)**

“Treino é um processo complexo de adaptação do organismo a todas as cargas funcionais progressivas, a maiores exigências de manifestação da força, da velocidade, da resistência, da flexibilidade, da coordenação e habilidades, a esforços volitivos e tensões psíquicas mais elevadas e a muitas outras exigências da atividade desportiva.” (Ozolín, 1983; citado por Stager & Tanner, 2005).

Além destes indicadores bioquímicos, a medição da variabilidade da frequência cardíaca tem assumido um papel importante no domínio clínico e no controlo do treino como uma metodologia não invasiva, sensível à influência do sistema nervoso autónomo sobre o funcionamento cardíaco. Salientam-se finalmente os indicadores associados à componente psicológica sugerida por Halson et al. (2002) e Snyder (1993), nomeadamente a deterioração dos estados de humor e a ocorrência de queixas por parte dos atletas, por exemplo cansaço.

Quanto ao princípio da progressão consiste no aumento gradativo da sobrecarga. Segundo Maglischo (1993), os nadadores não podem treinar nas mesmas velocidades semana após semana esperando um aumento na performance. As diferentes capacidades físicas (resistência, velocidade, força, etc), devem ser aumentadas gradualmente durante o plano de preparação promovendo uma sobrecarga progressiva.

No princípio da especificidade, os processos fisiológicos que serão mais influenciados serão os que mais estimulados foram no treino. De acordo com (Maglischo 1993), um treino deve ser específico ao ponto de:

- As maiores adaptações ocorrerem no sistema muscular;
- Somente as fibras musculares usadas durante o treino sofrem a adaptação ao máximo;
- Nadar um determinado estilo (livre, costas, bruços e mariposa), no treino é a única forma de produzir as adaptações em todas as fibras musculares que são usadas no estilo nadado.
- O atleta deve utilizar a resistência e a velocidade na técnica/estilo em que vai competir.

## **2.1. Carga de Treino em NPD**

A definição da carga de treino deve ser adequada, tendo em vista a construção de um programa de treino eficaz e o aperfeiçoamento desportivo e da obtenção de resultados elevados (Zhelyazkov, 2001).

Segundo Navarro (1991) a carga de treino é definida por quatro vertentes fundamentais, a natureza, a magnitude, a orientação e a organização. A magnitude da carga é a característica quantitativa do estímulo utilizado no treino e está determinada pela importância do volume, duração e intensidade do treino que é exigido aos atletas (Verjoshanskij, 1990; citado por Navarro, 1991).

Como elemento central do sistema de treino, a carga compreende em sentido amplo o processo de confrontação do desportista com as exigências que são apresentadas durante o treino, com o objetivo de otimizar o rendimento desportivo (Navarro, 1991).

A carga externa (quantificável pelo trabalho mecânico produzido) é caracterizada por dois principais fatores: volume e intensidade. O volume de treino está diretamente relacionado com a frequência (número de repetições e número de séries) e duração do estímulo, enquanto a intensidade diz respeito ao nível de exigência do esforço, solicitado pelo estímulo. Por sua vez a densidade é um parâmetro que exprime, a relação temporal entre o esforço e a fase de recuperação, dentro de um período de tempo definido (Bompa, 1999).

A carga de treino apresenta cinco categorias, considerando Viru (1991):

- Ineficaz – a carga aplicada não produz quaisquer efeitos no atleta;
- Recuperação – cargas que produzem efeitos positivos nos processos regenerativos;
- Manutenção – cargas que previnem a diminuição da síntese proteica em determinadas direções e das alterações de desenvolvimento do organismo;
- Desenvolvimento – cargas que induzem alterações no organismo elevando os níveis de síntese proteica;
- Excessiva – o nível das cargas ultrapassa a capacidade funcional do nadador.

Raposo (2002) afirma que poderão surgir três tipos de efeitos em consequência da aplicação das diferentes cargas de treino implícitas no processo de treino desportivo:

- Efeito imediato – ocorre no final da sessão de treino, verificando-se segundo Matveiev (1977), citado por Raposo (2002), uma redução da capacidade de trabalho e um determinado grau de exaustão dos recursos energéticos do organismo.
- Efeito retardado – poderá constatar-se a três níveis:
  - Sub-recuperação – caracteriza-se por uma certa dificuldade de recuperação por parte do indivíduo, uma vez que a carga de treino continua a ser aplicada, nunca alcançando valores próximos do nível inicial (recuperação incompleta);
  - Recuperação simples – traduz uma recuperação quase completa após a sessão de treino, pelo que a carga é aplicada ao mesmo nível que a sessão anterior. Esta organização não permite um aumento das cargas de treino.
  - Super-recuperação – intimamente relacionado com o fenómeno de super compensação, que permite um aumento quantitativo e qualitativo do trabalho.
- Efeito somativo – constitui, de acordo com Verkoshanskij (1982), o resultado da combinação dos efeitos imediatos e retardados das sessões de treino, ao nível da estrutura e função dos órgãos podendo conduzir ao aumento do estado de preparação ou, em caso de uma menos correta organização do processo de treino a um estado de sobretreino (efeito somativo negativo).

## 2.2. Quantificação da Carga de Treino

Segundo Maglischo (1993), um nadador deve treinar no mínimo duas horas por dia, cinco a seis vezes por semana, com um volume de treino semanal entre os 50 e os 70km. Porém, os nadadores de elite não têm estes registos, ou seja, treinam duas vezes por dia, tendo uma duração diária de quatro a cinco horas. Em termos de distância de nado percorrida, é cerca de 20km por dia e cerca de 70 a 80km por semana. Relembrando que este treino é sempre complementado pelo treino fora de água, de forma a desenvolver outras capacidades essenciais, como a força muscular e a flexibilidade (Thomas Reilly, 1990).

Segundo Maglischo (2003), as distâncias de treino presentemente situam-se entre os 50 e os 70km semanais, no entanto alguns atletas de elite continuam a realizar períodos de treino em que o valor ultrapassa os 100km semanais. Dentro desta distância temos as diferentes formas de trabalhos e a distância que corresponde a cada uma em particular.

Quadro 2 – Sugestão da distância e da percentagem semanal de treino em cada um dos níveis de treino, para nadadores de 200 e 400 metros (Maglischo, 1993).

<i>Categoria do Treino</i>	<i>Metros por Semana</i>	<i>Percentagem Semanal de cada Categoria (%)</i>
Aquecimento/Recuperação	6,000 – 12,000	12 – 15
“Kicking” (trabalho de Pernas)	6,000 – 12,000	12 – 15
Treino de Resistência	22,000 – 58,000	50 – 60
A3	4,000 – 6,000	5 – 10
A2	6,000 – 10,000	10 – 15
A1	12,000 – 40,000	30 – 40
Treino Anaeróbio Láctico	4,000 – 8,000	8 – 12
Tolerância Láctica	1,500 – 3,000	3 – 5
Produção de Lactato	1,500 – 3,000	3 – 5
“Power Training”	1,000 – 2,000	2 – 3

### 2.3. Quantificação da Magnitude da Carga de Treino

A magnitude da carga de treino, segundo Verjoshanskij (1990 citado por Navarro 2001), é o aspeto quantitativo do estímulo utilizado no treino e está determinando pela importância do volume, intensidade, duração e frequência do mesmo. Assim, o mais importante para o sucesso do treino da natação não é a quantidade de metros nadados por dia, por semana ou por temporada, mas sim a proporção equilibrada de treinos de resistência e treinos de velocidade (Maglischo, 1993).

Segundo Mujika (Rebistini), Navarro (2001), Chatarde & Mujika (1999), citados por Teixeira, A. & Rama, L. (2004), a grandeza da carga de treino é calculada com base na relação do total de metros cumpridos durante a sessão de treino, e pela ponderação da distância completada em cada zona de intensidade.

O uso de índices de dificuldade foi estabelecido com base na referência nos prováveis valores de acumulação de lactato a que normalmente são associados as diferentes tarefas realizados no treino de natação. Assim os fatores de intensidade 1, 2, 3, 4, 6, 8, e 10 serão associados com o volume realizado em cada zona de intensidade (I;II;III;IV;V;VI e VII) (Teixeira, A. & Rama, L. A., 2004).

Segundo Teixeira e Rama (2004), a magnitude da carga será então expressa em unidades carga dimensionáveis ou Unidades Arbitrárias da Carga (AUL - Arbitrary Units of Load), que são quantificadas a partir da obtenção da razão entre do somatório dos volumes nadados em cada zona de intensidade multiplicado pelo respetivo índice de dificuldade e o total do volume cumprido.

$$\text{U.A.C.} = \sum(\text{volume parcial} \times \text{índice de stress}) / \text{volume total}$$

Equação 1. Cálculo da magnitude global da carga de treino (UAC).

Quadro 3 - Zona de intensidade, objetivo, percentagem da velocidade máxima obtida através de um teste de 15 metros, lactemia provável e índices de ponderação adotados (Adaptado de Mujika, Chatard et al. 1995; Valdevieso 2001; Maglischo 2003).

<i>Zonas de intensidade de</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Velocidade média de nado</i>	<i>Lactemia mmol.l-1</i>	<i>Índice de stress</i>
<b>I</b>	Aquecimento e recuperação	Até 60%	-	1
<b>II</b>	Capacidade aeróbia	Até 75%	2-3	2
<b>III</b>	Limiar anaeróbio	≈ 80%	3-4	3
<b>IV</b>	Potencia Aeróbia	≈ 85%	6-9	4
<b>V</b>	Tolerância Láctica	≈ 90%	>8	6
<b>VI</b>	Máxima Produção de Lactato	≈ 95%	>8	8
<b>VII</b>	Velocidade	Máxima	-	10

### **3. Frequência Cardíaca enquanto mecanismo de controlo do treino**

A frequência cardíaca é um mecanismo simples, mas muito informativo sobre os parâmetros cardiovasculares. Uma das suas vantagens é o seu fácil acesso, através de uma simples contagem dos batimentos cardíacos pela palpação da artéria radial ou da carótida, no entanto, a frequência cardíaca pode ser influenciada por diversos fatores que levam a que se cometam erros na sua medição (Wilmore & Costill, 1994).

Vários autores como Maglischo (2003) e Willmore & Costill (1994), fazem referência a quatro categorias da frequência cardíaca que são utilizadas para a monitorização do treino, sendo elas a frequência cardíaca de repouso, a frequência cardíaca máxima, a frequência cardíaca sub máxima e a frequência cardíaca de recuperação.

#### **3.1. Frequência Cardíaca de repouso**

A frequência cardíaca de repouso para atletas situa-se entre os 28 e os 40 batimentos por minuto (bpm), no caso dos indivíduos não treinados esta situa-se normalmente entre os 60 e os 80 bpm (Wilmore & Costill, 1994).



O treino causa a redução da frequência cardíaca de repouso, sendo mais evidente nas primeiras semanas de treino, em que se pode reduzir um batimento por semana. Esta redução em esforços sub máximos significa uma melhoria do volume sistólico (Rama, 1997).

### **3.2. Frequência Cardíaca máxima**

A frequência cardíaca máxima para a maioria dos atletas varia entre os 175 e os 220 bpm (Maglischo, 2003). Esta categoria da frequência cardíaca não varia consideravelmente com o treino, no entanto existem autores que defendem que esta tem uma ligeira descida após um período intensivo de treino aeróbio (Wilmore & Costill, 1994).

Normalmente a frequência cardíaca máxima atingida na água é inferior á atingida nos exercícios realizados em “terra”. Maglischo (2003) apresenta duas explicações para este facto, uma refere-se ao facto da posição de nado ser horizontal, o que vai reduzir a força com que o coração deve bater para fazer chegar o sangue a todas as partes do corpo. A segunda explicação está relacionada com o facto de, normalmente a temperatura da água ser baixa o que provoca uma diminuição da temperatura corporal, reduzindo deste modo a desidratação, que por sua vez vai reduzir o stress no sistema circulatório.

### **3.3. Frequência Cardíaca Sub-máxima**

A frequência cardíaca retirada após um esforço submáximo é um bom método para determinar a intensidade de treino (Maglischo, 2003).

A frequência cardíaca registada quando os nadadores nadam a velocidades submáximas tende a baixar cerca de 10 a 20 bpm após as primeiras semanas de treino, sendo um bom indicador da melhoria da capacidade aeróbia, no entanto há que ter muito cuidado na medição normal da frequência cardíaca durante e após os exercícios, pois podem-se cometer erros facilmente (Maglischo, 2003).

Existem diversas propostas de utilização da frequência cardíaca na prescrição da intensidade do exercício. Um dos exemplos é o que demonstra a quadro 4, proposta por Maglischo (2003).

Quadro 4 – Método simples de prescrição da intensidade de treino através da divisão da frequência cardíaca por diferentes escalas (Maglischo, 2003).

<b>Patamares da Frequência Cardíaca</b>	<b>Prescrição do Treino</b>
120 – 140 bpm	Baixa intensidade, abaixo do limiar anaeróbio.
140 – 160 bpm	Intensidade moderada, abaixo do limiar anaeróbio.
160 – 180 bpm	Alta intensidade, situando-se no limiar anaeróbio.
180 – Máximo	Muito alta intensidade, acima do limiar anaeróbio.

O segundo método da prescrição da intensidade de treino através da frequência cardíaca, baseia-se na utilização da frequência cardíaca máxima como base para se estabelecer as diferentes intensidades de treino. Neste método, a frequência cardíaca submáxima para cada intensidade de treino é calculada através da percentagem da frequência cardíaca máxima atribuída a cada “patamar” de intensidade.

Quadro 5 – Método de prescrição da intensidade de treino através da percentagem da frequência cardíaca máxima (Maglischo, 2003 adaptado de McArdle, Katch & Katch, 1996).

<b>% Frequência Cardíaca Máxima</b>	<b>Intensidade de Treino</b>
65% - 80%	Intensidade de treino baixa ou moderada, abaixo do limiar anaeróbio.
85% - 95%	Alta intensidade, localizando-se no limiar anaeróbio.
100%	Muito alta intensidade, acima do limiar anaeróbio.

Por último, o terceiro método de determinação da intensidade de treino recorrendo à frequência cardíaca, é feito através do cálculo da frequência cardíaca de reserva, como Karvonen, M.J., Kentals E., & Mutala, O. (1975 citados por ACSM’S 2006) sugerem. Este método baseia-se no cálculo da frequência cardíaca de reserva através da análise da frequência cardíaca máxima, da frequência cardíaca de repouso e da intensidade de treino, como podemos observar na fórmula seguinte.

$$F. C. Reserva = F. C. Máxima - F. C. Repouso$$

Equação 2 – Fórmula de Karvonen (ACSM’S, 2006)

Esta fórmula torna a prescrição do treino mais individualizada no que diz respeito à utilização da frequência cardíaca, pois tem em conta dois fatores pessoais de cada atleta que são a sua frequência cardíaca máxima e a sua frequência cardíaca de repouso.

### **3.4.Frequência Cardíaca de Recuperação**

Segundo Maglischo (2003), quando se usa a frequência cardíaca de recuperação para a monitorização dos efeitos do treino, há que ter em conta alguns aspetos importantes que são:

- Garantir que a carga de treino é suficiente para que se produza uma quantidade razoável de fadiga;
- Garantir que a carga de treino é sempre a mesma em cada teste de análise da frequência cardíaca de recuperação;
- Garantir que a análise da frequência cardíaca de recuperação é feita sempre no mesmo intervalo de tempo após cada exercício;
- Garantir que a frequência cardíaca de recuperação é analisada da mesma maneira em todos os testes;
- Garantir que o período de recuperação seja passivo.

Não se faz referência à análise da frequência cardíaca de recuperação até esta chegar à frequência cardíaca de repouso, uma vez que, após o exercício os valores de frequência cardíaca demoram muito tempo a voltarem ao valor da frequência cardíaca de repouso. Após o exercício, nos primeiros dois minutos, a frequência cardíaca reduz cerca de 40 a 60 bpm, depois dos dois minutos o decréscimo é muito menor, levando muito tempo até se atingir a frequência cardíaca de repouso (Maglischo, 2003).

Segundo Maglischo (2003), a investigação ainda não estabeleceu um porquê do treino causar uma rápida recuperação da frequência cardíaca para valores desta em repouso após os exercícios, somente são apresentadas algumas razões não inteiramente comprovadas.

## **4. Variabilidade da Frequência Cardíaca**

A variabilidade da frequência cardíaca descreve a variação do intervalo de tempo entre batimentos cardíacos consecutivos (Tarvainen & Niskanen, 2005), habitualmente medida a partir do tempo entre dois batimentos (R – R) pode variar substancialmente. A quantificação da variação do intervalo de tempo entre os batimentos define a variabilidade da frequência cardíaca (Achten & Jeukendrup, 2003).

No que diz respeito à variabilidade da frequência cardíaca, a idade e o sexo são características importantes para determinar a variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos saudáveis, tendo as mulheres, habitualmente, valores inferiores (Achten & Jeukendrup, 2003).

A análise da VFC por meio da quantificação das flutuações dos intervalos R-R, tem sido extensivamente utilizado na investigação em desporto como meio não invasivo de calcular diferencialmente o tónus simpático e parassimpático sobre o nódulo sino-auricular, em condição de exercício ou em repouso, em diversas fases de treino, associadas de diferentes níveis de fadiga acumulada.

A VFC define, assim, um conjunto de parâmetros de avaliação da funcionalidade neurocardíaca, já que a modulação autonómica, por meio dos ramos simpáticos e parassimpáticos que agem sobre o coração, influencia de forma direta e diferencial as oscilações nessa variável.

Alguns autores demonstraram que o treino físico modifica o balanço simpático-vagal com predomínio parassimpático sobre o simpático a acompanhar as adaptações aeróbias e concomitante melhoria da resposta cardiovascular ao exercício intenso (revisto em Aubert et al, 2003).

Considera-se, em geral, que níveis elevados de VFC é sinal de boa adaptação, caracterizando um indivíduo saudável com mecanismos de regulação autonómica eficientes. Pelo contrário, níveis baixos de VFC é frequentemente um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA, podendo denotar, em atletas, resposta aguda simpática após sessão de treino de carga elevada, que se poderá manter por 24 a 48 h (Aubert et al, 2001).

#### **4.1. Parâmetros a utilizar na análise dos dados da variabilidade da Frequência Cardíaca**

No que diz respeito aos dados a analisar para a análise da variabilidade da frequência cardíaca, estes vão dividir-se em dois domínios, o do tempo e o da frequência.

#### **4.1.1. Domínio do Tempo**

Os parâmetros pertencentes ao domínio tempo são facilmente calculados, através do uso de métodos estatísticos. Esses parâmetros são: a média dos intervalos RR (RR), o desvio padrão dos intervalos RR (SDNN), a média da frequência cardíaca (HR), o desvio padrão dos valores instantâneos da frequência cardíaca (STD HR), a raiz quadrada da média das diferenças entre os intervalos RR (RMSSD), o número sucessivo de intervalos RR que diferem mais de 50 ms (NN50) e a sua respetiva percentagem (pNN50). (Aubert et al, 2003).

#### **4.1.2. Domínio da Frequência**

Os principais parâmetros utilizados no domínio da frequência são: a potência das baixas frequências (LF), a potência das altas-frequências (HF) e a razão entre as potências das baixas e altas frequências (LF/HF) (Achten & Jeukendrup, 2003).

A medida das diferentes frequências é geralmente expressa em valores absolutos (ms<sup>2</sup>) ou unidades normalizadas (nu) (Achten & Jeukendrup, 2003), sendo que esta última unidade se calcula com base nos valores absolutos, como podemos observar na equação 3.

$\text{LF ou HF (nu)} = \frac{\text{LF ou HF (ms}^2\text{)}}{\text{LF+HF (ms}^2\text{)}}$
---

Equação 3 – Fórmula de cálculo das altas e baixas frequências em valores normalizados.

A potência espectral do sinal da variabilidade da frequência cardíaca, obtido pela análise espectral, tem o objetivo de poder ser usado como uma prova quantitativa do acesso ao controlo do mecanismo cardiovascular (Akselrod et al, 1981).

## **5. A Variabilidade da Frequência Cardíaca em Nadadores**

Há estudos que demonstram a relação entre a variabilidade da frequência cardíaca com a carga de treino e com resultados desportivos, nomeadamente em nadadores.

Um desses estudos foi feito por Hellard et al (2006), em que a VFC de 21 nadadores franceses de nível nacional e internacional, foi monitorizada durante 1 a 3 anos, duas vezes por mês, durante o período de treino. As conclusões retiradas deste estudo referem que a variabilidade da frequência cardíaca é superior nos atletas de nível internacional, bem como, os efeitos do treino na variabilidade da frequência cardíaca provocam um aumento significativo desta da primeira para a segunda metade da época.

Outro estudo que demonstra que há relação entre a variabilidade da frequência cardíaca e a carga de treino ou o resultado desportivo dos atletas, foi realizado por Atlaoui et al (2006), em que se analisaram 13 nadadores franceses de nível nacional e internacional durante 34 semanas. Estes autores verificaram que os nadadores obtiveram resultados desportivos elevados quando a atividade autónoma e parassimpática era elevada, e em contra partida, os resultados desportivos pioravam, quando a atividade autónoma e parassimpática diminuía, levando à conclusão que, uma elevada atividade parassimpática durante o período de “Taper”, pode ser um fator determinante na performance dos nadadores. Neste estudo, os autores não encontraram diferenças significativamente estatísticas na comparação das variáveis do domínio da frequência em termos absolutos ( $ms^2$ ), mas quando comparados os valores em unidades normalizados (nu), estes encontraram diferenças significativas nas variáveis do domínio da frequência.

## **6. Periodização do Treino**

A periodização do treino é o processo que organiza as estruturas intermédias, num quadro temporal bem definido, de modo a possibilitar, um cumprimento ótimo dos objetivos inerentes ao processo de treino desportivo anual.

### **6.1. Macroциclo**

De acordo com Raposo (2002), os macroциclos dividem-se em três períodos fundamentais caracterizando deste modo um tipo de periodização simples (objetiva apenas um período de competições):

#### *1. Período Preparatório*

Tem como principal meta a aquisição da forma desportiva. Esta depende do volume do trabalho preparatório e da duração do período ao longo do qual se efetua esse trabalho. Divide-se em:

- 1.1. Período Preparatório Geral* – cujo objetivo é ampliar as possibilidades funcionais do organismo, necessárias para se atingir a forma desportiva sendo caracterizado por volume elevado, intensidade baixa/moderada e utilização de um maior número de exercícios de carácter geral. A participação em competições nesta fase é meramente avaliativa ou inexistente. Os mesociclos típicos deste período são o gradual (o qual normalmente inicia o período preparatório) e o de base. A estabilização ou até decréscimo do volume marca a transição para o período seguinte, denominado de período preparatório específico ou especial.

1.2. *Período Preparatório Específico ou Especial* – em que o volume geral decresce e a intensidade aumenta (aumentando a qualidade do treino). Procura-se o desenvolvimento específico para a competição bem como uma melhoria das qualidades volitivas e técnicas, específicas e necessárias à obtenção de sucesso nas competições. Verifica-se a participação em competições secundárias como meio rápido de desenvolvimento da forma física, como instrumento de registo dos comportamentos técnicos e táticos em ambiente competitivo e também como recolha de dados respeitantes ao desempenho (tempos parciais por exemplo). Os mesociclos típicos deste período são o mesociclo de base e o mesociclo pré-competitivo.

## 2. *Período Competitivo*

Corresponde à fase de relativa manutenção da forma desportiva adquirida, tendo como principais objetivos o desenvolvimento contínuo das capacidades motoras, técnicas, táticas, cognitivas e psicológicas determinantes do sucesso em competição, promovendo ganhos de experiência competitiva. Utilizam-se exercícios especiais e específicos (90 % volume total) e exercícios gerais (repouso ativo e variabilidade no treino). A estabilidade da forma desportiva neste período depende do volume da carga realizado no período preparatório geral, assim como da sua duração, verificando-se que para um período competitivo longo terá que existir um período preparatório longo.

## 3. *Período de Transição*

Este período procura a recuperação completa do período de competições do final do macrociclo, através da remoção da fadiga nervosa, do stress competitivo (saturação psicológica), evitando a quebra demasiado acentuada das adaptações funcionais básicas: (resistência de base e preparação física geral) de modo a iniciar a seguinte época desportiva num nível superior de capacidade. Este nível superior de capacidade traduz o *efeito residual das cargas* que deverá constituir um dos elementos base necessários à elaboração da periodização do treino.

Neste período verifica-se a utilização de exercícios de carácter geral, volumes e intensidades reduzidas.



## 6.2. Mesociclo

O mesociclo é uma estrutura intermédia que constitui a organização e sucessão ótimas de microciclos de características diferenciadas, definindo etapas próprias de cada período da época de treino, englobando-se certamente nos macrociclos previstos. A dinâmica da carga e a distribuição dos conteúdos é concretizada através da definição e sequenciação dos microciclos constituintes.

Quadro 6 - Mesociclos (adaptado de Castelo et al., 2000).

MESOCICLOS	INTRODUTÓRIO /GRADUAL	BASE OU DESENVOLVIMENTO	PRÉ-COMPETITIVO	COMPETIÇÃO
N.º de Microciclos	2 – 6	2 – 5	2 – 3	2 – 3
Caracterização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento gradual do volume de treino</li> <li>- Sequência de Microciclos graduais terminando com um de recuperação</li> <li>- Introdução ao trabalho específico de força, velocidade e flexibilidade</li> <li>- Dominante técnico-tática individual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volume e intensidade elevados</li> <li>- Grande diversidade dos exercícios de treino</li> <li>- Aumento da frequência de sessões de repetição com carga elevada e/ou de orientação seletiva</li> </ul> <p>Divide-se em: Mesociclo de Ativação – verifica-se um aumento da carga Mesociclo de Estabilização – verifica-se a manutenção do nível da carga.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da Intensidade</li> <li>- Aumento do volume de exercícios especiais e específicos (simulações de competição)</li> </ul>	Organização no sentido de reposição dos níveis funcionais ótimos para o desempenho competitivo.
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptações Aeróbias - Preparação física geral</li> </ul>	Aumento das possibilidades funcionais dos principais sistemas, assim como das aquisições técnicas, táticas e mentais	Promover a progressão do estado de preparação específica, assim como a preparação integral.	Preparação direta para a competição

### 6.3. Microciclo

Estrutura que organiza e assegura a coerência das cargas ao longo de uma sequência determinada de sessões de treino. Esta está subordinada à existência do plano estratégico anual, podendo ser integrada no plano por etapas e no plano corrente. A classificação dos microciclos pode ser sistematizada da seguinte forma (quadro 7):

Quadro 7 - Microciclos (adaptado de Castelo et al., 2000, Raposo, 2002 e Navarro et al. 2003)

MICROCICLOS	GRADUAL	DESENVOLVIMENTO	RECUPERAÇÃO	COMPETIÇÃO
Nível de Solicitação	Fraco	Elevado	Fraco a Moderado, pois volume e Intensidade são reduzidos	Fraco a Moderado, pois o volume é reduzido e decrescente
Periodização da Etapa	Etapa inicial da meso estrutura	Etapa próxima das competições	- No final de uma sequência de microciclos de desenvolvimento (terminando mesociclo) - Antecedendo microciclo de competição - Após microciclo de competição	Antecede ou é concomitante com a competição
Objetivo	Preparação do organismo para um trabalho intenso	Estimular processos de adaptação do organismo	Assegurar eficácia dos processos de recuperação, doseando os efeitos das cargas e controlando o nível de fadiga acumulada no atleta	Conjugação da Preparação específica final com a promoção da recuperação completa ou quase completa dos níveis de fadiga acumulados anteriormente

#### **6.4. Sessão de Treino – Microestrutura**

A sessão de treino é a unidade mais pequena da estruturação temporal do processo de periodização do treino e, relativamente à sua orientação, podem-se classificar em sessões de treino de *Orientação Seletiva* (desenvolvimento de determinada qualidade física, sendo exigente física e psicologicamente) e sessões de treino de *Orientação Complexa* (desenvolvimento de diversas qualidades físicas). As últimas podem-se subdividir em sessões de orientação complexa e *Influência Sucessiva* ou de orientação complexa e *Influência Paralela*. As primeiras apresentam uma sequência de diferentes tarefas com diferentes objetivos (utilizadas na natação pura desportiva), enquanto as segundas pressupõem o desenvolvimento simultâneo de diversos fatores do treino/qualidades físicas (por exemplo: estimulação de duas zonas de intensidade).

#### **6.5. Zonas de Intensidade de Treino**

Segundo Rama (2004), as zonas de intensidade de treino, derivam de vários fatores como a velocidade de nado (externo), a lactatemia (interno), a frequência cardíaca (interno) e processo de fornecimento de energia requerida pelo esforço (interno).

A avaliação do efeito da intensidade da carga de treino pode ser feito através do controlo do comportamento de diversas variáveis, que expressam o impacto no organismo da realização das tarefas de treino (carga interna):

- i. Frequência cardíaca
- ii. Lactatemia (interno)

Ou pelas características das tarefas propriamente ditas (carga externa):

- iii. Percentagem da velocidade máxima para cada distância
- iv. Índice de stress

Segundo Alves (2000), um elemento essencial numa abordagem sistemática ao treino de resistência é a determinação detalhada de níveis ou zonas de intensidade.

Quadro 8 - Classificação das zonas de intensidade do treino de NPD (Adpt. Maglischo (1993), Alves (2000), Rama (1997).

Zonas de Intensidade		Frequência Cardíaca	Lactatemia	%VO <sub>2</sub> máx	Velocidade
<b>Aeróbio</b>	Aeróbio I – A1	120 – 150	2 – 3 mmol.l <sup>-1</sup>	50 – 80	<b>Baixa</b>
	Aeróbio II – A2	150 – 180	3,5 – 4,5 mmol.l <sup>-1</sup>	80 – 90	<b>Média</b>
	Aeróbio III – A3	> 180	4,5 – 10 mmol.l <sup>-1</sup>	> 90	<b>Média Alta</b>
<b>Anaeróbio Láctico</b>	Tolerância láctica – TL	Máxima	> 6 mmol.l <sup>-1</sup>	+/- 90	<b>Alta Submáxima</b>
	Máxima produção láctica – MPL	Máxima	> 10 mmol.l <sup>-1</sup>	+/- 90	<b>Alta Submáxima</b>
<b>Anaeróbio Alático</b>	<b>Velocidade</b>	<b>Sub-máxima</b>	<b>2 – 3 mmol.l<sup>-1</sup></b>	<b>+/- 90</b>	<b>Máxima</b>

#### 6.5.1. Treino Aeróbio

Na Natação Pura Desportiva o treino aeróbio tem um volume semanal de cerca de 50% a 60% do total semanal, sendo que 15% a 25% deste volume é realizado na intensidade de limiar aeróbio ou acima deste (Maglischo, 1993).

Segundo Maglischo (1993) os principais objetivos do treino aeróbio são a melhoria da capacidade aeróbia, que permite aos atletas nadar mais rápido, com menor participação do metabolismo anaeróbio, para que haja uma acumulação mais lenta do ácido láctico e um retardamento da acidose.

Maglischo (2003) defende a classificação de três níveis de treino aeróbio, de modo a que os atletas melhorem a sua capacidade aeróbia. Estes níveis são: aeróbio ligeiro (A1), aeróbio médio (A2) e aeróbio intenso (A3).

A zona de treino aeróbio ligeiro (A1), caracteriza-se por esforços de treino que implicam uma lactatemia de 2 a 3 mmol.l<sup>-1</sup>, uma velocidade de nado abaixo do limiar anaeróbio, que em termos específicos de treino significam nadar longas distâncias com uma velocidade moderada (Maglischo, 2003).

Em relação, á zona de treino aeróbio médio (A2) caracteriza-se por esforços que suscitam uma lactatemia entre 3,5 e 4,5 mmol. l<sup>-1</sup>, o que significa nadar a uma velocidade aproximada do nível individual do limiar anaeróbio (Maglischo, 2003).

Por último, a zona de treino aeróbio intenso (A3) caracteriza-se em termos de lactatemia por valores aproximados de 4,5 a 10 mmol. l<sup>-1</sup>, o que significa uma velocidade de nado acima do limiar anaeróbio, que provoca a produção de elevados níveis de acidose (Maglischo, 2003).

#### **6.5.2. Treino Anaeróbio Lático**

O treino do sistema anaeróbio láctico é importante para todas as provas de natação, especialmente para as distâncias de 50, 100 e 200 metros, uma vez que, nestas provas a fonte energética mais solicitada é a via glicolítica.

Nesta zona de treino estão incluídas três formas de treino: o treino de tolerância láctica, o treino da produção de lactato e o “power training”. O treino de tolerância láctica, tem como principais objetivos a melhoria da capacidade de atuação dos sistemas de tampão e da tolerância à dor, o aumento das concentrações de ATP e PC e o aumento da taxa de remoção/oxidação de ácido láctico derivado do aumento da atividade enzimática. Esta forma de treino tem como tarefas específicas a realização de longos sprints como um elevado tempo de repouso, ou curtos “sprints” com um curtos períodos de repouso.

Relativamente ao treino da produção de lactato, este tem como principal objetivo a melhoria da taxa de glicose anaeróbia, ou seja, a melhoria da potência anaeróbia. Esta forma de treino apresenta como tarefas características a realização de “sprints” curtos com uma velocidade perto da velocidade máxima.

O “power training”, tem como objetivo o aumento da força e potência muscular que depois se vai refletir na braçada, ou seja, na força que cada atleta executa em cada braçada. O treino do “power training” é realizado na sua maioria fora de água. (Maglischo, 2003, Maglischo, 1993).

#### **6.5.3. Treino Anaeróbio Alático**

Esta forma de treino, também designada por treino de velocidade, tem como principais objetivos a melhoria da eficiência da libertação de energia por intermédio do ATP-PC, bem como, o aumento da velocidade nas provas, em especial nas provas de 50 metros (Navarro, 1990).

Em suma (Gastin (2001)):

- Os sistemas bio-energéticos são desencadeados simultaneamente seja qual for a intensidade do exercício. A estrutura é sobreposição e não sequencial.
- O sistema láctico tem uma resposta imediata ao esforço, podendo atingir a potência máxima ao fim de alguns segundos (5'' - 8'').
- O sistema anaeróbio tem uma resposta rápida, desempenhando um papel significativo mesmo em esforços de curta duração.
- Um esforço máximo de 75 segundos pode corresponder a uma contribuição energética 50% aeróbia.

#### **6.6. Velocidade Aeróbia Máxima**

O conceito de Velocidade Aeróbia Máxima (VAM) entre VO<sub>2</sub>max e EC (quantidade de oxigénio consumida por unidade de distância percorrida, em mlO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>).

Determinação realizada:

- A partir dos parâmetros fisiológicos (VO<sub>2</sub>max, VeEC)
- Medindo a velocidade máxima atingida numa prova progressiva até à exaustão.

#### **6.7. Capacidade de Trabalho Anaeróbio (CTA)**

A CTA é definida como uma reserva de energia finita armazenada no músculo, e que representa a potência máxima de trabalho suscetível de ser realizado apenas com recurso á referida reserva de energia (Bishop & Jenkins, 1996).

#### **6.8. Velocidade Crítica**

Wakayoshi et al. (1992a) desenvolveram o teste de VC em Natação Pura Desportiva (NPD), teste que possibilita uma estimação da velocidade correspondente ao ritmo limiar anaeróbio (intensidade de esforço até onde os processos de produção e remoção de ácido láctico estão equilibrados não existindo acumulação exponencial de lactato) durante o treino.

Autores definem a VC com sendo a mais alta intensidade de exercício que pode ser mantida por longo período de tempo sem exaustão. Estes acreditam também que essa velocidade de nado corresponde ao steady state máximo de lactato (Maximal Lactate Steady State).

Vários autores (Wakayoshi, et al., 1992a; Wakayoshi, et al., 1992b; Wright & Smith, 1994; Ikuta, et al., 1996; Fernandes & Vilas-Boas, 1998; Vilas-Boas, et al., 1997a; Lamares, 1998; Fernandes, 1999; Dekerle, et al., 1999; Fernandes, et al., 2000 e Rodriguez, et al., 2003) definem a VC como um parâmetro, naturalmente associável ao conceito de Limiar Anaeróbio.

Segundo Vilas-Boas & Lamares (1997) as vantagens da VC, em relação aos testes invasivos como a determinação da curva lactatemia/velocidade, decorrem de se tratar de um critério específico e individualizado, aferido através de um método não invasivo, sem requerer meios técnicos e sofisticados e dispendiosos e não implicando procedimentos de cálculo morosos e complexos.

## **7. Zonas de Treino da Resistência em Natação**

Dekerle et al. (2003) estabeleceram cinco zonas de intensidade de exercício para a modalidade de natação pura desportiva:

- ➔ *Zona de Intensidades Fracas*: caracteriza-se por um aumento monoexponencial do consumo de oxigénio para atingir um estado estável nos primeiros 2-3 minutos de exercício. O lactato formado no início do exercício é rapidamente utilizado para que a lactatemia permaneça constante e se aproxime do seu valor basal durante o exercício. O tempo de manutenção do exercício pode ser superior a uma hora.
- ➔ *Zona de Intensidades Moderadas*: o consumo de oxigénio aumenta de modo biexponencial, inicialmente verifica-se um estado estável nos primeiros 2 – 3 minutos de exercício após o aparecimento de uma componente lenta de O<sub>2</sub> caso o exercício se prolongue. Por outro lado, após um aumento nos primeiros cinco minutos de atividade física a lactatemia estabiliza entre os 2 – 5 mmol.l<sup>-1</sup>. Esta segunda velocidade é designada por velocidade máxima do EEML para a modalidade de natação pura desportiva. A manutenção desta condição poderá não ultrapassar uma hora.

- *Zona de Intensidades Elevadas*: caracterizada por uma intensidade de exercício entre a velocidade máxima do estado estável de lactato e a velocidade crítica. A conservação deste estado situa-se num intervalo temporal de 20 minutos a uma hora.
- *Zona de Intensidades Severas*: caracteriza-se por intensidades de exercício que afeta o VO2max e o tempo de manutenção é inferior a 15 minutos. Inclui a velocidade máxima aeróbia.
- *Zona de Intensidades Muito Severas*: caracterizam-se por um período de curta duração inferior a dois minutos que se revela demasiado breve para afetar o VO2max.



## **Capítulo III – Metodologia**

Neste capítulo são apresentadas e justificadas as opções metodológicas adotadas no estudo, são descritos os sujeitos e os instrumentos de recolha de dados, bem como explicados os procedimentos utilizados no tratamento da informação.

### **1. Design do Estudo**

O presente estudo decorreu durante seis meses, tendo este período correspondido ao planeamento da Época de Inverno 2011 /2012 (de setembro 2011 a abril 2012) terminando com a competição dos Campeonatos Nacionais de Inverno. Deste modo, para poder avaliar o efeito do treino sobre a VFC foram definidos quatro momentos de avaliação, sendo eles:

1º Momento: Nível Basal 1 (início da época) – 07 Setembro a 4 Outubro;

2º Momento: Nível Basal 2 (final da 1ª fase da época) – 15 Dezembro a 29 Dezembro;

3º Momento: Período Intenso – 20 Fevereiro a 24 Fevereiro;

4º Momento: Taper / Competição – 26 Março a 3 Abril.

### **2. Amostra**

Para a realização do estudo foi pedida a participação e colaboração de todos os nadadores do clube, sendo excluídos os que não estiveram presentes nos quatro momentos da avaliação. Como tal, a amostra foi constituída por 12 atletas, 6 atletas do sexo feminino e 6 atletas do sexo masculino, todos eles filiados na Federação Portuguesa de Natação.

A maioria dos nadadores apresentava um tempo de prática competitiva superior a 4 anos e uma frequência de treinos entre 7 a 9 sessões semanais.

Todos os nadadores do presente estudo foram informados dos objetivos e procedimentos do estudo, bem como o treinador e dirigentes do respetivo clube, tendo dado o seu consentimento por escrito, na participação do mesmo. No caso de nadadores menores o consentimento foi dado pelos respetivos encarregados de educação.

Para todos os nadadores foram recolhidos dados acerca da idade decimal; estatura; peso; percentagem de massa gorda (%MG); Massa Isenta de Gordura (MIG) e índice de massa corporal (IMC).

Relativamente, á carga de treino foi necessário utilizar a mesma em Unidades Arbitrárias de Carga, desta forma foi essencial recorrer ao cálculo da magnitude da carga de treino como mostra a equação abaixo:

$$\mathbf{U.A.C. = \sum (volume\ parcial \times \acute{indice\ de\ stress)} / volume\ total}$$

Equação1. Cálculo da magnitude global da carga de treino (UAC).

### 3. Procedimentos

Para procedermos à medição da variabilidade da frequência cardíaca (HRV) foi necessário um instrumento de controlo do treino não invasivo

O enquadramento dos momentos de observação/avaliação no planeamento anual dos nadadores do clube foi realizado a partir do conhecimento à priori, das exigências de participação típicas da modalidade e também da estrutura do calendário competitivo, visto que são os dois fatores que influenciam o estabelecimento da duração dos diferentes períodos de treino. A definição da carga de treino deve ser adequada, tendo em vista a construção de um programa de treino eficaz e o aperfeiçoamento desportivo e da obtenção de resultados elevados (Zhelyazkov, 2001). Desta forma, é essencial ter presente o macrociclo do planeamento da época, tal como evidencia a figura 1 e a figura 2.

Figura 1. Planeamento Anual de Época de treino (JUNIORES)

MESES		SETEMBRO			OUTUBRO			NOVEMBRO			DEZEMBRO			JANEIRO			FEVEREIRO			MARÇO			ABRIL																																																														
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																																																						
DATAS		12.09	19.09	26.09	3.10	10.10	17.10	24.10	31.10	7.11	14.11	21.11	28.11	5.12	12.12	19.12	26.12	3.01	10.01	17.01	24.01	31.01	7.02	14.02	21.02	28.02	5.03	12.03	19.03	26.03																																																							
PERIODIZAÇÃO		P. PREPARATÓRIO GERAL						P. P. ESPECÍFICO						P. P. GERAL						P. PREPARATÓRIO ESPECÍFICO						P. COMPETITIVO																																																											
COMPETIÇÕES	PREPARATÓRIAS							Swim						Spenda Dancat																																																																							
	CONTROLE													CR																																																																							
	PRINCIPAIS													Chen						Cépe						Cnel																																																											
DATAS IMPORTANTES														R						FFM						GIL						Analis						MPP						CVC						ME						ML						CR												P						CN					
OBJECTIVOS PRINCIPAIS		G. GERAL						AGRESSÃO						ESTABILIZAÇÃO						REALIZAÇÃO - NEG						G. GERAL						AGRESSÃO						ESTABILIZAÇÃO						REALIZAÇÃO - NEG																																									
MESOCICLOS		INTRODUTÓRIO						SAÍDA DO DESENVOLVIMENTO						P. P. COMPETITIVO						P. P. TERMINAL						TRANS						INTRODUTÓRIO						SAÍDA DO DESENVOLVIMENTO						P. P. COMPETITIVO						P. P. TERMINAL						I						II						T																	
DINÂMICA DO TREINO	MICROCICLO	KINSEMANA		13.09	20.09	27.09	3.10	10.10	17.10	24.10	31.10	7.11	14.11	21.11	28.11	5.12	12.12	19.12	26.12	3.01	10.01	17.01	24.01	31.01	7.02	14.02	21.02	28.02	5.03	12.03	19.03	26.03	4.04	11.04	18.04	25.04																																																	
		SOMA KINSEMANA		13.2	20.2	27.2	3.2	10.2	17.2	24.2	31.2	7.2	14.2	21.2	28.2	5.2	12.2	19.2	26.2	3.2	10.2	17.2	24.2	31.2	7.2	14.2	21.2	28.2	5.2	12.2	19.2	26.2	4.2	11.2	18.2	25.2																																																	
		SOMA TREINO DE KM		13.2	36.4	63.6	94.8	134.8	170.0	214.1	258.1	298.1	332.1	364.1	386.1	400.1	424.1	446.1	486.3	535.1	580.5	629.5	676.3	717.3	763.3	807.3	847.3	891.3	931.3	967.3	1004.3	1044.3	1084.3	1124.3																																																			
		SESSÕES SEMANA		3	5	6	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8																																																	
		KINUNIDADE DE TREINO (MÉDIA)		4.3	4.6	4.8	4.4	5.0	5.0	5.3	5.5	5.7	4.3	6.4	4.4	1.6	4.8	4.4	8.0	7.8	6.8	6.1	5.9	5.1	5.8	5.5	5.0	5.5	4.4	6.0	5.6	2.7	2.4	2.1	2.0																																																		
		NÁDIO		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0																																																		
		PRÁTICAS		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0																																																		
		VIAGENS																																																																																			
		RENDICES																																																																																			
		AEROBIO 1		4.2	7.6	8.4	5.8	4.2	9.0	9.0	9.4	6.8	7.9	9.0	5.0	4.9	4.9	4.9	10.0	10.0	14.0	12.0	13.0	12.4	11.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0																																																	
		AEROBIO 2		5.8	8.4	9.0	7.6	14.0	10.2	10.0	11.0	11.0	11.0	9.8	5.8	5.4	5.4	5.4	10.0	10.0	16.4	13.4	13.8	14.0	12.0	13.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0																																																	
		AEROBIO 3		1.0	3.0	3.0	16.4	9.2	13.3	13.4	12.8	10.0	9.8	5.8	2.0	6.0	4.0	10.0	14.4	18.0	18.0	16.4	15.4	16.0	12.8	12.0	13.2	11.0	10.8	8.6	8.0	3.0	111.7	189.6	301.5																																																		
		AEROBIO 4					0.8	4.0	6.0	6.0	3.4	2.0	2.0	0.4			2.6	2.0	2.0	2.0	4.0	5.2	4.0	5.6	4.4	2.0	3.2																																																										
		TOL. LACTICA						0.4	0.8	1.2	0.8	0.8	0.4				0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.4	0.8	0.8	0.4	0.8	0.8																																																									
		MAX. P. LACT						0.4	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4				0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4																																																									
		TOL. LACTICA						0.4	0.4	0.4	0.8	0.4	0.4				0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4																																																													
		VELOCIDADE		0.2	0.2	0.4	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.2	1.0	0.8	10.8	10.0	20.8	40.8	74.8	110.8																																																	
INTENSIDADE NO MICROCILO		ELEVADA																																																																																			
		FORTE																																																																																			
		MÉDIA																																																																																			
		INTERMÉDIA																																																																																			
		FRACA																																																																																			
		RECUPERAÇÃO																																																																																			
PERIODIZAÇÃO		SESSÃO SEMANA		3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																																			
DINÂMICA DO TREINO	MICROCICLO	CORRIDA		3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																																			
		CALISTENIA		3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																																			
		FLEXIBILIDADE		3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																																			
		REFORÇO		3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																																			
		GERAL		2	1	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																																																			
		MÁXIMA																																																																																			
		POTÊNCIA																																																																																			
		F. RESISTÊNCIA																																																																																			
		F. ESPECÍFICA																																																																																			
		TIPO DE PRONA		C	C	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL	GL																																																		
MATERIAL AUXILIAR		Pt	Pt	Barb	Pad	Barb	Pad	Barb	Pad	Barb	Pad	Barb	Pad	Barb	Pad	Pt	Pt	Barb	Pad	Barb	Pad	Barb	Pad	Pt	Pt	Barb	Pad	Barb	Pad	Pt	Pt	Barb	Pad																																																				
MICROCICLOS ESPERADOS																																																																																					
TESTES																																																																																					
EXAMES MÉDICOS																																																																																					

**Figura 2. Planeamento Anual da Época de treino – macrociclo de Inverno (SENIORES)**

MESES		SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO		JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		ABR																
SEMANAS		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14																
DATAS		12 a 19 a 26 a 3		12 a 19 a 26 a 3		12 a 19 a 26 a 3		12 a 19 a 26 a 3		12 a 19 a 26 a 3		12 a 19 a 26 a 3		12 a 19 a 26 a 3		12 a 19 a 26 a 3																
PERIODIZAÇÃO		P. PREPARATÓRIO GERAL		P. P. ESPECÍFICO		P. COMPETITIVO		P. P. GERAL		P. P. ESPECÍFICO		P. COMPETITIVO		P. P. GERAL		P. P. ESPECÍFICO																
COMPETIÇÕES	PREPARATÓRIAS			TACT		SPECIAL DANCE				TACT		SPECIAL DANCE				TACT																
	CONTROLE			CR						CR						CR																
	PRINCIPAIS			CR		CR		CR		CR		CR		CR		CR																
	DATAS IMPORTANTES																															
OBJECTIVOS PRINCIPAIS		G. GERAL		ACQUILIDADE		ESTABILIZAÇÃO		REALIZAÇÃO - REC		G. GERAL		ACQUILIDADE		ESTABILIZAÇÃO		REALIZAÇÃO - REC																
MESOCICLOS		INTRODUTÓRIO		DESENVOLVIMENTO		PREP. COMPETITIVO		PREP. FISCAL		INTRODUTÓRIO		DESENVOLVIMENTO		PREP. COMPETITIVO		PREP. FISCAL																
DINÂMICA DO TREINO	ORGANISMO	KEY SEMANA	13.0	23.0	32.0	53.7	50.3	42.2	34.2	38.2	34.0	12.0	12.0	15.8	40.2	50.4	58.6	51.0	51.0	51.0	56.0	58.0	50.0	34.0	34.2	26.0	12.0	47.12	740.2	1215.2		
		SOMA KM/SEMANA	13.2	23.4	32.0	58.2	48.0	56.2	53.7	50.3	41.8	28.2	34.0	12.0	12.0	15.6	40.2	50.4	58.6	51.0	51.0	51.0	56.0	58.0	50.0	34.0	34.2	26.0	12.0	47.12	735.2	1206.2
		SOMATÓRIO DE Km	13.2	36.6	68.6	106.8	154.8	211.0	264.7	315.0	356.8	385.0	425.2	447.2	459.2	471.2	483.2	527.0	577.4	636.0	697.0	758.0	819.0	880.0	940.0	1000.0	1100.2	1194.2	1194.4	1206.2	1215.2	
		SESSÕES/SEMANA	3	5	6	7	8	6	8	9	5	8	5	5	5	5	6	7	8	9	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
		Km/UNIDADE DE TREINO (MÉDIA)	4.3	4.6	5.3	4.7	6.3	7.0	6.7	5.6	5.3	3.8	7.6	3.0	2.4	2.4	3.2	6.7	7.9	7.3	6.8	6.8	6.8	6.2	6.4	6.2	5.6	5.7	3.8	2.9	2.4	4.9
		NÍVEL	6.3	6.8	8.0	2.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
		FAZTIGES																														
		VIRAGENS																														
		REINICIÇÕES																														
		INTENSIDADE NO MICROCILO	ORGANISMO	ACQUILIDADE	4.2	7.6	9.6	5.8	7.8	12.2	11.3	12.4	8.9	7.0	5.0	4.0	4.8	5.8	9.6	11.3	12.4	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
MAX. P. LACT	15.0mm			15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm	
POT. LACTICA	>10mm			>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	>10mm	
VELOCIDADE	100%			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
ELEVAGA																																
FORTE																																
MEDIA																																
INTERMEDIA																																
FRACA																																
RECUPERAÇÃO																																
PERIODIZAÇÃO	GENERAL	CONDIÇÃO FÍSICA	INCREMENTO DOS NÍVEIS DE FORÇA I		INCREMENTO DOS NÍVEIS DE FORÇA II		APLICAÇÃO À ÁGUA		RECUPERAÇÃO		INCREMENTO DOS NÍVEIS DE FORÇA I		APLICAÇÃO À ÁGUA		RECUPERAÇÃO		INCREMENTO DOS NÍVEIS DE FORÇA I															
		REC	REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC															
		REC	REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC															
		REC	REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC															
		REC	REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC															
		REC	REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC															
		REC	REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC															
		REC	REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC															
		REC	REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC															
		REC	REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC		REC															
PRIMA FASE	FÍSICA	SESSÕES/SEMANA	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		CORRIDA	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		CALESTICA	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		FLUXIBILIDADE	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		RESISTÊNCIA	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		DEFAT	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		MÁXIMO	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		POTÊNCIA	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		P. RESISTÊNCIA	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		F. ESPECÍFICA	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
TIPO DE PISCINA	C	C	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL			
MATERIAL AUXILIAR	PH	PH	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad	Barb Pad			
MICROCICLOS ESPECIAIS																																
ESTRATÉGIAS																																
TESTES																																
EXAMES MÉDICOS																																

### 3.1. Caraterização da Amostra

### 3.1.1. Idade Decimal

O cálculo da idade decimal pressupõe a conversão da data de observação e da data de nascimento em decimais, tendo por base uma tabela em que o ano está dividido em mil partes, sendo cada dia uma milionésima parte do ano.

De acordo com a tabela de Healy, et al., (1981) adotada por Fragoso & Vieira (2000b), obtiveram-se os valores decimais para a primeira data de observação e para as datas de nascimento de cada elemento da amostra. Assim sendo, aplicou-se a fórmula adotada por estes autores:

**Idade Decimal** = data decimal do 1º momento de observação – data decimal de nascimento.

#### Equação 4 - Cálculo da Idade Decimal

### 3.1.2. Características Físicas e Composição Corporal

A avaliação das características físicas e da composição corporal realizou-se num único dia pelo mesmo técnico, de acordo com os protocolos estandardizados para cada teste. Esta avaliação teve como pré-requisito a apresentação do nadador no local das medições em jejum, sem ter realizado exercício físico nas 24 horas precedentes.

Relativamente às características físicas avaliadas estas foram o peso, a estatura e o índice de massa corporal (IMC). A estatura e massa corporal foram medidas por pessoal treinado e experiente seguindo os procedimentos de Martin & Saller (1957). A altura foi medida com a precisão de 0,1 cm, através de um estadiómetro (Seca, Hamburgo). Mediu-se a estatura ao mm mais próximo (0,1 centímetros) com antropómetro como a distância da superfície do pé para a parte superior (vértice) da cabeça. Os nadadores encontravam-se na postura vertical com o peso distribuído igualmente entre os dois pés, calcanhares unidos, braços paralelos e junto ao tronco de forma relaxada nas laterais e a cabeça no plano horizontal de Frankfurt. Os nadadores foram pesados na balança eletrónica com a aproximação de 0,01 kg, encontrando-se só com o fato de banho vestido e sem sapatos (TANITA BC-601).



Figura 3. Balança TANITA BC-601 monitor de escala de composição do corpo

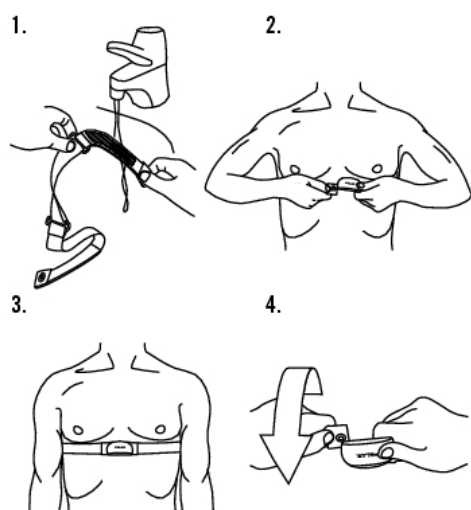
### 3.2. Frequência Cardíaca (FC)

A monitorização da FC foi feita através do uso de cardiofrequencímetro Polar®, série Polar® RS800™, utilizando-se o “Polar Precision Performance™ Software”, para avaliação e análise da curva da frequência cardíaca em função do tempo.

### 3.3. Procedimentos no Terreno

Para a realização do teste de HRV foi necessário “limpar” a memória dos cardiofrequencímetros Polar RS800™ e alterar as definições do mesmo para a função R-R de forma a permitir a gravação dos intervalos R-R dos batimentos cardíacos dos nadadores (em milissegundos).

De seguida, os nadadores colocaram as bandas à volta do peito, logo abaixo dos músculos peitorais, de modo a que os elétrodos da banda ficassem em contacto total com a pele. Humedeceram-se os elétrodos por forma a facilitar a transmissão do sinal / transmissão dos impulsos eletromagnéticos.



1. Humedeça os elétrodos da tira com água.

2. Fixe o transmissor à tira elástica. Aproxime a letra L do conector da palavra LEFT da tira, e encaixe. Ajuste o comprimento da tira de forma que fique confortável. Passe a tira à volta do peito, logo abaixo dos músculos peitorais, e encaixe o transmissor.

3. Verifique se os elétrodos humedecidos ficam em contacto total com a pele e se o logotipo Polar do conector fica centrado e na vertical.

4. Desaperte a tira depois de fazer exercício aplicando pressão com o polegar e o indicador e rode como se ilustra na figura.

**Figura 4. Manual do utilizador, Polar RS800™.**

Foi fornecido um relógio para receção e gravação do sinal emitido pelas “bandas” a cada nadador, e após a colocação destes, os mesmos deitaram-se sobre uns colchões posição de supino dorsal e acionou-se um metrónomo que emitiu um sinal sonoro (bip) com frequência de 12 ciclos por minuto que serviu de referência para a regulação dos ciclos respiratórios.

Após silêncio, o teste era iniciado sendo a frequência cardíaca gravada num período de 8 minutos. Terminando o período de tempo os polares eram desligados e retirados dos nadadores.

### **3.4. Procedimentos no Laboratório**

Após a recolha dos dados no terreno, os dados armazenados nos recetores eram descarregados, e os ficheiros foram transferidos para suporte informático, a fim de posteriormente serem analisados. Os ficheiros foram descarregados com recurso ao programa informático *Polar Precision Performance*, e guardados em *HRM*, para posteriormente serem analisados através do software *Kubios HR versão 2.0*. Os ficheiros foram sujeitos a uma correção moderada, de forma a eliminar as interferências, sendo estes posteriormente guardados em ficheiro texto (txt).

Os dados fornecidos por este programa, foram divididos em, dois domínios, tempo frequência. Para o domínio tempo, as variáveis em análise foram a média dos intervalos RR (MRR), a raiz quadrada das diferenças entre a média dos intervalos RR (RMSSD), o número sucessivo de intervalos RR que diferem mais de 50 ms (NN50) e a sua respetiva percentagem (pNN50). No que diz respeito ao domínio da frequência as variáveis em estudos foram as altas frequências em valores absolutos (HFms<sup>2</sup>) e em valores normalizados (HFnu), as baixas frequências em valores absolutos (LFms<sup>2</sup>) e em valores normalizados (LFnu) e a relação entre as baixas frequências e as altas frequências (LF\HF).

### 3.5. Procedimentos Estatísticos

Após a recolha de dados, os mesmos foram analisados e tratados estatisticamente através dos programas *Microsoft Office Excel* e *Statistical Package for Social Sciences* – SPSS versão 20.0, para *Windows*. *Para caraterizar a amostra relativamente às características físicas procedeu-se à realização da média e do desvio padrão.*

Posteriormente, para estudar o efeito do treino sobre os parâmetros associados à FC, comparou-se os valores médios de cada variável nos diferentes momentos de avaliação através da análise de variância de medidas repetidas (modelo linear geral).

Assim sendo, considerou-se como fator inter-sujeitos o sexo e como fator intra-sujeitos o exercício. Para se verificar os parâmetros da FC resultavam de uma população com distribuição normal, aplicou-se o teste de normalidade designado de Shapiro-Wilk

A verificação da igualdade de matrizes de covariâncias foi efetuada pelo teste de Box, com  $p > 0,05$ , e a de estrutura de esfericidade, pelo teste de *Mauchly*, com  $p > 0,05$  (Pestana & Gageiro, 2003). Nos casos em que não foi possível assumir a condição de esfericidade aplicou-se a correção de *Greenhouse-Geisser*.

Sempre que se detetou um efeito significativo ( $p < 0,05$ ), a partir da análise de variâncias para medidas repetidas, utilizou-se o teste de *Bonferroni* para perceber entre que momentos existiam diferenças significativas.

Para os casos em que não se verificou o pressuposto da normalidade ou da igualdade de matrizes de covariâncias. O efeito do treino sobre os parâmetros associados à FC, ao longo dos quatro momentos de avaliação foi analisado separadamente em cada sexo, através teste não paramétrico de *Friedman* para várias amostras emparelhadas. Sempre que se detetou um efeito significativo ( $p < 0,05$ ), utilizou-se o teste não paramétrico de *Wilcoxon* com o intuito de determinar entre que momentos se registaram diferenças significativas.



## Capítulo IV – Apresentação e Discussão dos Resultados

Neste capítulo serão apresentados os dados da carga de treino e da sua intensidade nos momentos analisados. Pretende conhecer-se os efeitos do treino de competição e a influência do sexo sobre o desempenho dos nadadores.

### 1.1. Caracterização da Amostra

As tabelas apresentadas seguidamente mostram em termos médios a caracterização dos elementos da amostra do estudo, relativamente às características físicas, composição corporal.

Tabela 1. Caracterização da Amostra do sexo feminino relativamente às características físicas, composição corporal.

Variáveis	N <sup>o</sup>	Momentos			
		1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>
		Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão
Idade Decimal (anos)	6	14,6± 1,5	14,9 ± 1,5	15,1±1,5	15,2±1,5
Altura (cm)	6	162,4±4,1	163,1±4,1	163,2±4,3	164,1±4,2
Peso (kg)	6	53,2±4,4	55,4 ± 3,7	54,6±4,8	54,5±4,8
IMC (kg.m <sup>-2</sup> )	6	20,1±1,1	20,7±0,9	20,5±1,1	20,2±1,1
MG (%)	6	21,9±4,2	21,3±3,7	21,2±3,9	22,1±3,9
MIG (kg)	6	41,4±3,1	43,5±1,4	42,9±2,6	42,4±3,6

Tabela 2. Caracterização da Amostra do sexo masculino relativamente às características físicas, composição corporal.

Variáveis	N <sup>o</sup>	Momentos			
		1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>
		Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão
Idade Decimal (anos)	6	17,6±2,5	17,9±2,5	18,1±2,5	18,2±7,1
Altura (cm)	6	174,6±7,1	175,5±6,1	175,7±6,5	176,1±5,9
Peso (kg)	6	67,8±11,3	68,8±11,9	68,4±11,4	67,1±10,6
IMC (kg.m <sup>-2</sup> )	6	22,1±2,4	22,1±2,4	22,1±2,3	21,5±2,1
MG (%)	6	14,6±2,9	12,9±1,6	14,7±2,5	14,2±1,5
MIG (kg)	6	57,9±9,2	59,9±10,9	58,4±10,5	57,5±9,1

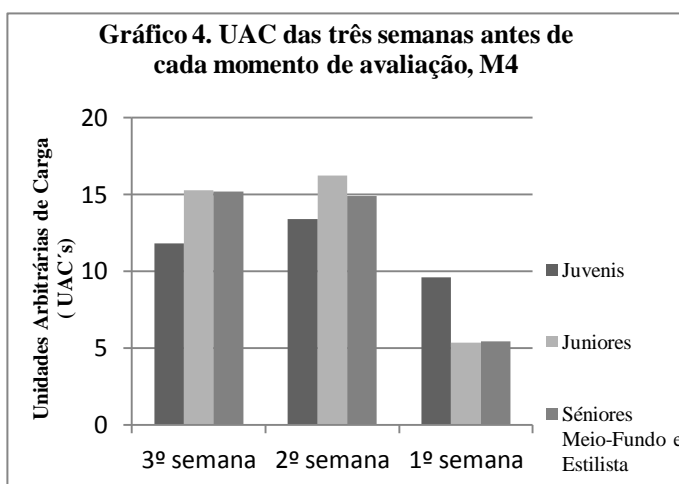
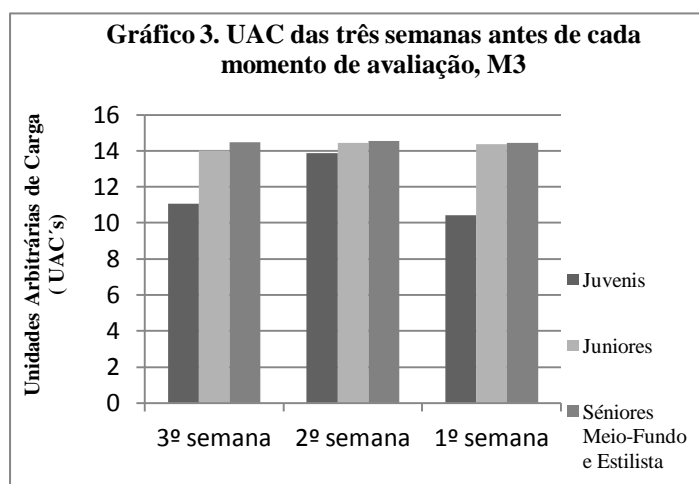
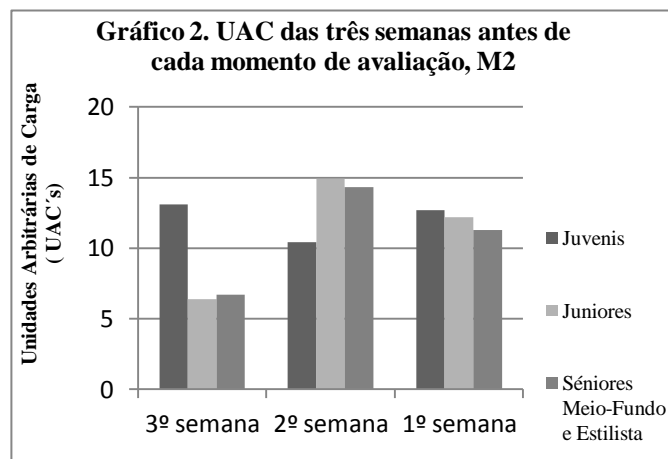
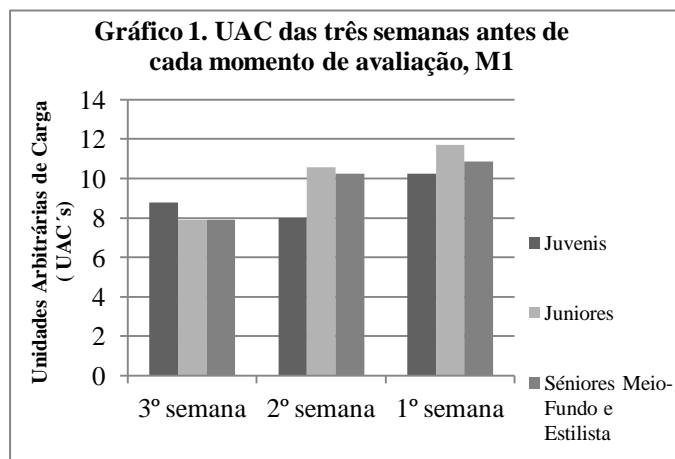
Os indivíduos foram divididos em dois grupos distintos, como critério o sexo, ou seja, um grupo do sexo feminino e um grupo do sexo masculino.

Referente às características dos indivíduos, a quando do 2º momento de avaliação a média do peso aumentou em ambos os grupos, voltando a diminuir no 3º momento de avaliação, consequentemente, a Massa Isenta de Gordura (MIG.M) acompanhou o mesmo registo do peso.

No grupo do sexo masculino, a percentagem de massa gorda (%MG.M) diminuiu no 2º momento de avaliação e aumentou no 3º momento de avaliação, verificando-se o inverso no peso e na MIG.M.

## 1.2. Carga de Treino

Os seguintes gráficos apresentam as UAC das três semanas antes de cada momento de avaliação, pois demonstram a variação das mesmas nos quatro momentos da avaliação, nos diferentes escalões.



Podemos observar que no 1º momento de avaliação as UAC não variam muito entre os escalões, sofrendo assim uma alteração na terceira semana antes do 2º momento de avaliação em que o escalão de juvenis apresenta uma carga superior ao escalão de juniores e seniores. Tal como acontece no 1º momento de avaliação em que as UAC são uniformes, no 3º e 4º momento de avaliação não existem grandes oscilações das cargas de treino dos diferentes escalões. A seguinte tabela demonstra a média e a soma das UAC nos diferentes momentos de avaliação nas três semanas antes das mesmas acontecerem.

Tabela 3. Somas e Médias das UAC's nos quatro momentos de avaliação nos diferentes escalões.

Escalão	Sum_ UACs_ _M1	Media_ UACs_ M1	Sum_ UACs_ _M2	Media_ UACs_ M2	Sum_ UACs_ _M3	Media_ UACs_ M3	Sum_ UACs_ _M4	Media_ UACs_ M4
JUV	27,02	9,01	<u>36,22</u>	<u>12,07</u>	35,4	11,80	34,81	11,60
JUN	30,15	10,05	33,53	11,18	<u>42,85</u>	<u>14,28</u>	36,86	12,29
SEN MF e EST	29,01	9,67	32,34	10,78	<u>43,49</u>	<u>14,50</u>	35,59	11,86
<b>Total Sums_e_ Medias_M 1234</b>	28,73	9,67	34,03	11,34	40,58	13,53	35,75	11,92

Como podemos observar o pico de carga é diferente entre os escalões. Por um lado, o pico de UAC no escalão de juvenis acontece durante o 2º momento de avaliação, enquanto no escalão de juniores e seniores o pico verificou-se no 3º momento de avaliação.

### 1.3. Parâmetros Avaliados na Frequência Cardíaca

#### 1.3.1. Valores VFC nos quatro momentos de uma época de treino, em ambos os sexos

Tabela 4. Análise descritiva dos valores das variáveis, em quatro momentos de uma época de treino, no sexo feminino

Variáveis	N <sup>o</sup>	Momentos			
		1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>
		Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão
RR (ms)	6	763,7±143,29	788,9±234,9	866,6±203,5	947,1±177,4
STD_RR (ms)	6	37,2±19,6	58,7±53,5	58,0±38,8	68,3±35,8
HR (1/min)	6	81,6±16,9	82,9±26,4	72,5±14,3	65,9±11,5
STD_HR (1/min)	6	4,4±1,9	5,4±2,3	4,8±1,6	5,6±2,2
RMSSD (ms)	6	33,1±23,9	62,6±74,1	56,6±50,3	77,2±48,9
NN50 (count)	6	28,8±30,5	65,8±65,7	59,2±42,1	105,3±60,5
pNN50 (%)	6	8,9±10,7	24,3±30,4	23,7±22,1	37,5±24,1
RR (triindex)	6	8,1±1,1	11,2±8,4	11,5±3,9	14,9±6,1
TINN (ms)	6	190,8±101,2	260±181,7	267,5±144,4	313,3±157,5
VLF (Hz)	6	0,03±0,005	0,03±0,007	0,03±0,005	0,04±0,005
LF (Hz)	6	0,09±0,03	0,08±0,04	0,07±0,01	0,07±0,03
HF (Hz)	6	0,2±0,002	0,2±0,02	0,2±0,01	0,2±0,04
VLF (ms <sup>2</sup> )	6	96,3±120,8	69,5±41,3	132,4±191,1	167,7±126,6
LF(ms <sup>2</sup> )	6	775,9±916,5	1433,3±1575,3	1538,5±1227,1	2204±2701,5
HF(ms <sup>2</sup> )	6	571,7±548,3	4086,5±7820,7	1805,9±2609,5	3532,8±4111,4
VLF (%)	6	5,5±2,7	5,2±5,3	3,6±1,9	7,2±8,9
LF (%)	6	52,4±10,5	47,1±21,5	51±15,5	40,8±13,2
HF (%)	6	42,2±17,8	47,7±24,3	45,4±14,9	51,9±16,4
LF (nu)	6	55,6±17,8	50,3±23,8	52,8±15,7	44,3±15,1
HF (nu)	6	44,4±17,8	49,7±23,8	47,2±15,7	55,6±15
LF/HF (rácio)	6	1,5±0,8	1,7±1,9	1,4±0,9	0,9±0,7
SD1 (ms)	6	23,6±17,1	44,6±52,7	40,3±35,8	54,9±34,7
SD2 (ms)	6	68,9±26,5	87,9±50,8	87,9±53,6	117,9±56,7

Tabela 5. Análise descritiva dos valores das variáveis, em quatro momentos de uma época de treino, no sexo masculino

Variáveis	Nº	MOMENTOS			
		1º	2º	3º	4º
		Média ±	Média ±	Média ±	Média ±
		Desvio Padrão	Desvio Padrão	Desvio Padrão	Desvio Padrão
RR (ms)	6	973,8±160,1	846,1±214,6	1054,2±242,9	1172,6±194,1
STD_RR (ms)	6	64,1±31,3	62,2±34,5	58,3±24,7	78,3±61,8
HR (1/min)	6	63,6±11,2	77,3±27,9	60,1±14,8	52,6±7,4
STD_HR (1/min)	6	4,7±1,9	5,1±1,6	4,1±2,4	3,8±2,4
RMSSD (ms)	6	63,1±31,2	62,3±41,1	61±26,6	96,3±86,9
NN50 (count)	6	93,2±49,7	89,2±65,6	74,5±30,3	109,8±65,8
pNN50 (%)	6	33,9±19,9	30,6±24,5	28,6±14,6	49,2±32,2
RR (triindex)	6	14,7±5,4	13,3±7,5	11,4±4,2	15,5±9,1
TINN (ms)	6	310,8±128,6	301,7±149,9	282,5±100,7	347,5±234,5
VLF (Hz)	6	0,03±0,003	0,03±0,005	0,03±0,004	0,03±0,005
LF (Hz)	6	0,1±0,03	0,07±0,03	0,1±0,03	0,08±0,04
HF (Hz)	6	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,01	0,2±0,003
VLF (ms <sup>2</sup> )	6	352,9±470,5	172,5±210,7	187,7±227,9	81,5±79,9
LF(ms <sup>2</sup> )	6	2479,8±3048,9	130,8±1413,8	2469,9±2675,7	2450,5±2767,6
HF(ms <sup>2</sup> )	6	1747,1±1019,1	2459,4±2583,4	1242,7±1075,4	7856,4±14795,3
VLF (%)	6	5,6±5,4	10,5±12,6	3,8±1,6	2,5±1,7
LF (%)	6	44,7±21,1	38,7±20,9	54,7±18,2	34,1±17,4
HF (%)	6	49,7±25,9	50,8±31,4	41,6±18,9	60,2±24,2
LF (nu)	6	48,4±25	46,4±30,5	59,9±19,4	38,6±24,2
HF (nu)	6	51,6±25	53,6±30,1	43,1±19,4	61,5±24,2
LF/HF (rácio)	6	1,5±1,4	2,1±2,7	2,3±2,9	0,9±1,2
SD1 (ms)	6	45,1±22,3	44,4±29,2	43,6±19,2	68,5±61,7
SD2 (ms)	6	103,1±55,5	102,6±45,3	91,2±39,9	100,1±65,6

Realizou-se a análise de variância para medidas repetidas (AMR, tabela 5). As variáveis STD\_RR, HR, STD\_HR, RMSSD, TINN, VLF\_Hz, LF\_Hz, HF\_Hz, VLF\_ms<sup>2</sup>, LF\_ms<sup>2</sup>, HF\_ms<sup>2</sup>, VLF\_perc, LFHF\_rácio, SD1 E SD2 foram separadamente analisadas em cada sexo a partir do teste de Friedman (tabela 5), pois não foram observados os pressupostos de normalidade ou de igualdade de matrizes de covariâncias.

Relativamente às variáveis para as quais não se verificou a normalidade ou a igualdade de matrizes de covariâncias, utilizou-se o teste não paramétrico de Friedman ( $\chi^2$ ), para a análise do efeito do exercício nos valores de VFC (em repouso), separadamente, em cada sexo.

### 1.3.2. Análise do efeito do exercício, do sexo e da interação exercício/sexo sobre as variáveis, em quatro momentos de uma época de treino

Tabela 6. Análise do efeito médio do exercício, do sexo e da interação exercício/sexo, sobre as variáveis, em quatro momentos de uma época de treino (Análise de variância para medidas repetidas).

Variável	Efeito do Exercício		Efeito do Sexo		Interação Exercício/Sexo	
	F	p	F	p	F	p
<b>RR (ms)</b>	5,387	<b>0,004*</b>	4,214	0,067	0,699	0,560
<b>NN50 (count)</b>	1,960	0,141	2,502	0,145	0,779	0,515
<b>pNN50 (%)</b>	2,738	0,061	1,751	0,215	0,638	0,597
<b>RR (triindex)</b>	1,364	0,273	0,900	0,365	0,960	0,424
<b>LF (%)</b>	2,191	0,110	0,459	0,513	0,389	0,762
<b>HF (%)</b>	0,989	0,411	0,182	0,679	0,256	0,857
<b>LF (nu)</b>	1,182	0,333	0,133	0,723	0,223	0,880
<b>HF (nu)</b>	1,178	0,334	0,135	0,721	0,224	0,879

(\*p <0,05 são estatisticamente significativos)

Nas variáveis apresentadas em cima (tabela 6) utilizou-se a Análise de Variância para Medidas Repetidas (AMR). Não se observando qualquer interação entre os efeitos do exercício e do sexo ou efeito do sexo, para qualquer uma das variáveis, sugerindo que o efeito do exercício sobre os parâmetros não depende do sexo e que os valores observados para estas variáveis não diferem entre sexos. A variável RR, através da AMR, revelou o efeito do exercício, sugerindo uma variação ao longo do macrociclo. Para analisar em que momentos houve diferenças realizou-se o teste de Bonferroni (tabela 6.1.), tendo-se observado um aumento significativo do M2 para o M4.

Tabela 6.1. Análise estatística post hoc do efeito do exercício sobre a variável significativa, nos quatro momentos de uma época de treino (teste de Bonferroni)

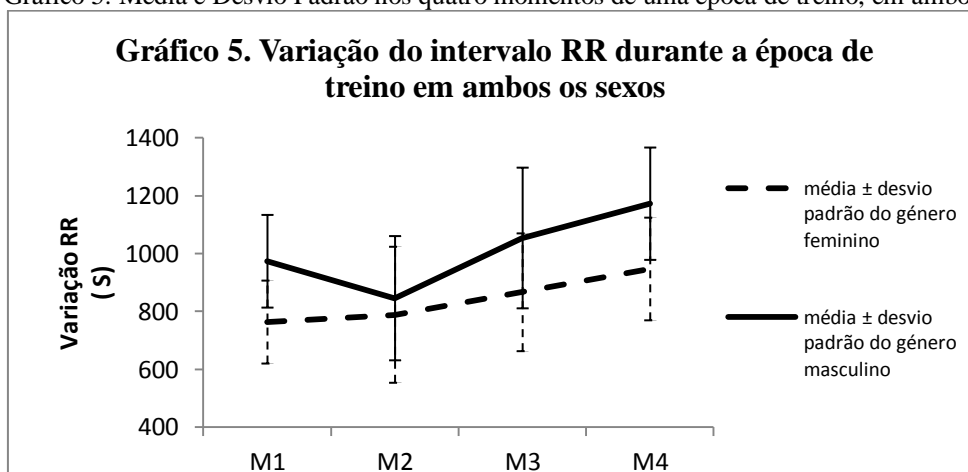
Variável RR (ms)	M1; M2	M1; M3	M1; M4	M2; M3	M2; M4	M3; M4
	1,000	1,000	0,060	0,417	<b>0,006*</b>	0,319

(\*p <0,05 são estatisticamente significativos)

Tabela 7. Média e Desvio Padrão nos quatro momentos de uma época de treino, em ambos os sexos.

	RR_M1	RR_M2	RR_M3	RR_M4
<b>Média ± Desvio Padrão (fem.)</b>	763,7 ± 143,3	788,9 ± 234,9	866,6 ± 203,5	947,1 ± 177,4
<b>Média ± Desvio Padrão (mas.)</b>	973,8 ± 160,1	846,1 ± 214,6	1054,2 ± 242,9	1172,6 ± 194,1

Gráfico 5. Média e Desvio Padrão nos quatro momentos de uma época de treino, em ambos os sexos.



Podemos observar, que a média sofre alterações em ambos os sexos, verificando-se um aumento do 2º para o 4º momento. O mesmo se verifica no desvio padrão, pois como podemos verificar na tabela 6, não existe efeito do sexo.



Tabela 8. Análise do efeito do exercício sobre as variáveis em quatro momentos de uma época de treino, em ambos os sexos (teste de Friedman).

Variável	Efeito do Exercício			
	Feminino		Masculino	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
STD_RR (ms)	3,400	0,334	2,400	0,494
HR (1/min)	9,600	<b>0,022*</b>	10,600	<b>0,014*</b>
STD_HR (ms)	0,600	0,896	4,000	0,261
RMSSD (ms)	5,400	0,145	1,400	0,706
TINN (ms)	3,600	0,308	0,200	0,978
VLF (Hz)	0,420	0,936	1,909	0,591
LF 8Hz)	0,789	0,852	4,400	0,221
HF (Hz)	6,200	0,102	2,333	0,506
VLF (ms <sup>2</sup> )	2,000	0,572	0,200	0,978
LF (ms <sup>2</sup> )	2,600	0,457	1,600	0,659
HF (ms <sup>2</sup> )	3,400	0,334	3,000	0,392
VLF (%)	0,800	0,849	1,800	0,615
LF/HF (rácio)	1,000	0,801	3,200	0,362
SD1 (ms)	5,400	0,145	1,200	0,753
SD2 (ms)	2,000	0,572	1,000	0,801

(\*p <0,05 são estatisticamente significativos)

A análise do efeito do exercício separadamente em cada sexo revelou não existir influência no processo de treino sobre os resultados observados nas variáveis STD\_RR, STD\_HR, RMSSD, TINN, VLF\_Hz, LF\_Hz, HF\_Hz, VLF\_ms<sup>2</sup>, LF\_ms<sup>2</sup>, HF\_ms<sup>2</sup>, VLF\_perc, LFHF\_rácio, SD1 e SD2 em ambos os sexos (tabela 8.). Como a variável HR é significativa em ambos os sexos, é necessário verificar em quais os momentos é que esta é significativa sendo que, para tal utilizou-se o teste de Wilcoxon. Neste sentido, a aplicação do teste de Wilcoxon permitiu analisar em ambos os sexos quais os momentos em que a variável foi significativa.

Tabela 9. Análise Estatística do efeito do exercício nos diferentes momentos de uma época de treino (Teste de Wilcoxon).

Variável HR		
Feminino	M1 vs. M2	0,753
	M1 vs. M3	0,345
	M1 vs. M4	<b>0,028*</b>
	M2 vs. M3	0,075
	M2 vs. M4	<b>0,046*</b>
	M3 vs. M4	<b>0,028*</b>
Masculino	M1 vs. M2	0,249
	M1 vs. M3	0,345
	M1 vs. M4	<b>0,046*</b>
	M2 vs. M3	0,249
	M2 vs. M4	<b>0,028*</b>
	M3 vs. M4	0,173

(\*p <0,05 são estatisticamente significativos)

Sempre que foi detetado um efeito do exercício crónico significativo a partir da AMR e do teste de *Friedman*, as diferenças significativas observadas entre os três momentos foram determinadas a partir dos testes de *Bonferroni* (tabela 7) e do teste de *Wilcoxon* (tabela 9), respetivamente.

Analisando pode verificar-se que no sexo feminino a variável é significativa no M1 vs. M4, M2 vs. M4 e no M3 vs. M4. No entanto no sexo masculino a variável é significativa no M1 vs. M4 e no M2 vs. M4. Uma constante em ambos os sexos é a variável do M1 vs. M4 o que demonstra efeito do processo de treino (exercício) na performance desportiva.

Após se ter verificado que não existem diferenças significativas entre sexos, achamos por bem analisar os dados como uma amostra única. Para tal utilizou-se o teste de análise de variância de medidas repetidas.

### 1.3.3. Análise dos valores VFC, nos quatro momentos de avaliação durante uma época de treino, amostra única

Tabela 10. Análise Estatística dos parâmetros avaliados, durante os quatro momentos de avaliação durante uma época de treino (Análise de variância para medidas repetidas).

Parâmetros	F	P
RR (ms)	18,662	0,001*
HR (1/min)	14,662	0,003*
RMSSD (ms)	6,172	0,030*
NN50 (count)	5,218	0,043*
pNN50 (%)	9,011	0,012*
SD1 (ms)	6,183	0,030*

(\*p <0,05 são estatisticamente significativos)

Verificou-se que só existem diferenças significativas nos parâmetros do domínio temporal.

Posteriormente à análise e verificação das diferenças significativas no teste ANOVA para medidas repetidas, aplicou-se o teste T de student sobre os mesmos parâmetros, de forma a perceber em que momentos da avaliação houve essa significância.

No seguimento da aplicação do teste t verificou-se que existem parâmetros significativos em alguns momentos, assim:

Tabela 11. Análise Estatística dos parâmetros significativos, durante os quatro momentos de avaliação durante uma época de treino (Teste T).

Momentos Avaliação	Parâmetros	p
M1_M4	RR (ms)	0,007*
	RMSSD (ms)	0,033*
	NN50 ()	0,043*
	pNN50 (%)	0,019*
	SD1 (ms)	0,033*
M3_M4	pNN50 (count)	0,050*

(\*p <0,05 são estatisticamente significativos)

Como em todos estes casos o p <0,05 considera-se que são significativos, ou seja, comprova-se que se alteraram. Desta forma, sofreram o efeito das adaptações do treino aeróbio, tal como o efeito da recuperação.

Tabela 12. Análise descritiva dos valores das variáveis significativas, em quatro momentos de uma época de treino, amostra única

Variáveis	Nº	MOMENTOS			
		1º	2º	3º	4º
		Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão
RR (ms)	12	868,7±181,7	817,5 ±216,6	960,4 ±235,1	1059,9 ±212,8
HR (1/min)	12	72,6 ±16,6	80,1 ±26,1	66,3 ±15,3	59,2 ±11,5
RMSSD (ms)	12	48,1 ±30,8	62,4 ±57,2	58,8 ±38,4	86,7 ±67,9
NN50 (count)	12	61,1 ±51,7	77,5 ±63,8	66,8 ±35,9	107,6 ±60,3
pNN50 (%)	12	21,4 ±20,1	27,5 ±26,5	26,2 ±18,1	43,4 ±27,8
SD1 (ms)	12	34,3 ±22,1	44,5 ±40,6	41,9 ±27,4	61,7 ±48,2

Na tabela 12 estão representados os valores médios das variáveis significativas nos vários momentos. Podemos observar que os valores variam ao longo dos vários momentos de avaliação.

Numa forma geral existe um aumento dos valores médios na maioria das variáveis, registando-se o valor mais baixo durante o primeiro momento e os valores mais elevados no último e quarto momento. A exceção é na variável RR observando-se o valor mais baixo no 4º momento e o valor mais alto durante o 2º momento.

Podemos observar um decréscimo da HR média em repouso, comparando o 1º momento com o 3º e 4º momentos, o que indica que depois de um período de treino a HR tende a diminuir. Parece pois concordar com alguns estudos que referem que após um período de treino o coração passa a bombear um maior volume de sangue a cada batimento, isto leva a que a HR diminua, pois são necessários menos batimentos para levar a mesma quantidade de sangue necessário para o organismo.

Contrariamente ao que se observou na variável HR, podemos constatar um aumento dos valores médios das restantes variáveis com maior amplitude na variável NN50.

#### **1.3.4. Resultados e Discussão**

Em estudos realizados por Melason, E. (2000), Bonaduce, D., Petretta, M., & Cavallaro, V. (1998) e Sacknoff, D., Gleim, G. & Stachenfeld, N. (1994) verificaram que atletas treinados apresentam valores significativamente altos para as variáveis do domínio tempo, nomeadamente na média dos intervalos R-R, na percentagem de intervalos que diferem mais de 50ms (pNN50) e na raiz quadrada das diferenças entre a média dos intervalos R-R (RMSSD). Neste estudo podemos verificar os mesmos resultados, pois verificaram-se diferenças significativas nas variáveis anteriormente referidas ao longo dos vários momentos de avaliação (domínio temporal).

Contraditório ao nosso estudo, Pichot, et al. (2000) indica que no domínio do tempo a raiz quadrada das diferenças entre a média dos intervalos R-R e a percentagem de intervalos diferem mais de 50ms diminuindo com o treino. Contudo, após um tempo de recuperação estes valores voltam a subir, ultrapassando os valores iniciais. No nosso estudo observamos o contrário, verificando aumento dos mesmos valores.

Já nos estudos de Melason (2000), Bonaduce e colaboradores (1998) e Sacknoff e colaboradores (1994), os seus autores referem que a raiz quadrada das diferenças entre a média dos intervalos R-R em indivíduos treinados tende a aumentar, tornando-se significativamente alta, quando comparada com indivíduos sedentários, contrariando o que referiu Pichot, V. (2000) no seu estudo.

Assim, e tal como demonstram os resultados obtidos no nosso estudo, verificou-se ao longo dos momentos de avaliação que esta variável – média dos intervalos R-R – subiu após o processo de treino ao longo do mesmo período de tempo.

Ao compararmos os momentos com o momento basal, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas em nenhum dos parâmetros no domínio das frequências, fato que vai de encontro dos resultados obtidos por Atlaoui, D. e colaboradores (2006), uma vez que estes, constataram que apesar de as baixas frequências em termos absolutos aumentarem do período basal para o período de intensidade e depois diminuírem na passagem para o período de “taper”, as variáveis não apresentavam diferenças significativamente estatísticas.

Em suma, podemos concluir que os resultados obtidos no presente estudo vão ao encontro da literatura consultada, mais precisamente estão conformes com os resultados obtidos nos estudos de Melason (2000), Bonaduce et al (1998) e Sacknoff et al (1994) e Atlaoui et al (2006). Contudo, os resultados obtidos não foram ao encontro do constatado por Pichot et al (2000) no seu estudo sobre corredores de meio fundo.

Um valor elevado da Variabilidade da Frequência Cardíaca, concretamente das altas frequências, no período de “Taper” é fundamental na obtenção de bons resultados desportivos. (Atlaoui et al, 2006).

### 1.3.5. Desempenho Competitivo dos Nadadores no 1º e 4º momento de avaliação

Foi necessário analisar alguns parâmetros individualmente de modo a verificar o desempenho competitivo e analisar o comportamento dos parâmetros nos nadadores. Para tal, foi importante perceber qual a prestação dos indivíduos durante os diferentes momentos de avaliação, como demonstra a tabela 13.

**Tabela 13.** Percentagem do Desempenho Competitivo dos indivíduos no M1 e M4, em piscina 50m.

Cód.	Prova mais pontuada	Melhor Temp_M1	Melhor Tempo (seg.) _M1	Melhor Tempo_M4	Melhor Tempo (seg.) _M4	%	100,00 %
<b>Z31</b>	400 L	4:04.27	244,27	4:03.62	243,27	99,59%	0,41%
<b>Z32</b>	400 E	4:37.17	277,17	4:48.30	288,3	104,02%	-4,02%
<b>Z33</b>	200 L	1:59.82	119,82	1:57.59	117,59	98,14%	1,86%
<b>Z35</b>	200 L	2:08.48	128,48	2:07.98	127,98	99,61%	0,39%
<b>Z41</b>	400 E	5:38.24	338,24	5:26.63	326,63	96,57%	3,43%
<b>Z53</b>	400 L	4:03.43	243,43	4:03.65	243,65	100,09%	-0,09%
<b>Z59</b>	200 C	2:35.94	155,94	2:30.02	150,02	96,20%	3,80%
<b>Z61</b>	200 L	2:08.99	128,99	2:01.35	121,35	94,08%	5,92%
<b>Z68</b>	400 L	4:41.40	281,4	4:45.60	285,6	101,49%	-1,49%
<b>Z70</b>	100 M	1:09.26	69,26	1:04.82	64,82	93,59%	6,41%
<b>Z71</b>	400 L	5:08.99	308,99	5:01.00	301	97,41%	2,59%
<b>Z73</b>	200 C	2:38.63	158,63	2:35.40	155,4	97,96%	2,04%

(-) 2% DECRESCIMO

(±) 2% MANUTENÇÃO

(+) 2% MELHORIA

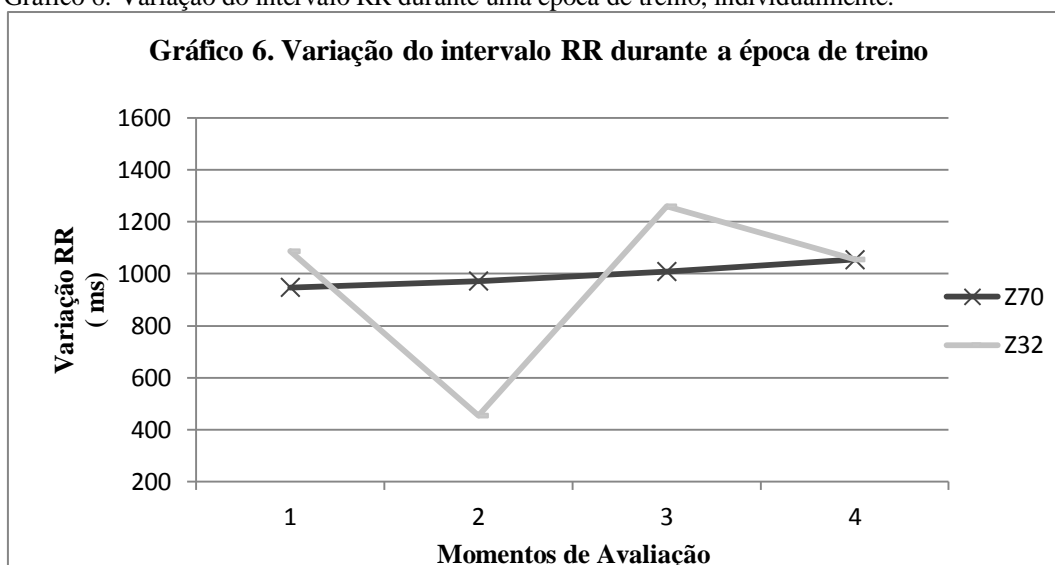
Podemos observar na tabela 13 os valores de percentagem do desempenho competitivo dos indivíduos, analisando desta forma os atletas que obtiveram a maior melhoria e os que obtiveram o decréscimo ou mantiveram o seu desempenho competitivo. Registou-se os valores mais baixos nos indivíduos Z30, Z61 e Z59 enquanto os valores mais elevados foram registados pelos indivíduos Z53, Z68 e o Z32.

Apenas um dos atletas obteve um decréscimo (Z32) registando-se -4,02%, cinco dos indivíduos não registaram qualquer variação no desempenho competitivo observando-se neste caso uma manutenção da mesma. Os restantes seis indivíduos registaram uma melhoria no seu desempenho competitivo, sendo que o indivíduo Z70 foi o que registou a melhor percentagem de melhoria (6,41%).

Como podemos observar pelo gráfico 6, os indivíduos obtiveram uma variação do intervalo RR uniforme. O indivíduo **z70**, que obteve uma maior melhoria no desempenho competitivo, teve uma variação de RR sem qualquer pico e, por sua vez, o indivíduo **z32** evidenciou uma oscilação maior, verificando-se um decréscimo dos valores do desempenho competitivo no segundo e no quarto momento. No terceiro momento registou um aumento, com um registo superior ao do primeiro momento.

Podemos sugerir que o facto do indivíduo **z70** não ter registado qualquer pico de variação no seu desempenho competitivo tenha permitido registar e mais elevada melhoria de entre todos os indivíduos.

Gráfico 6. Variação do intervalo RR durante uma época de treino, individualmente.

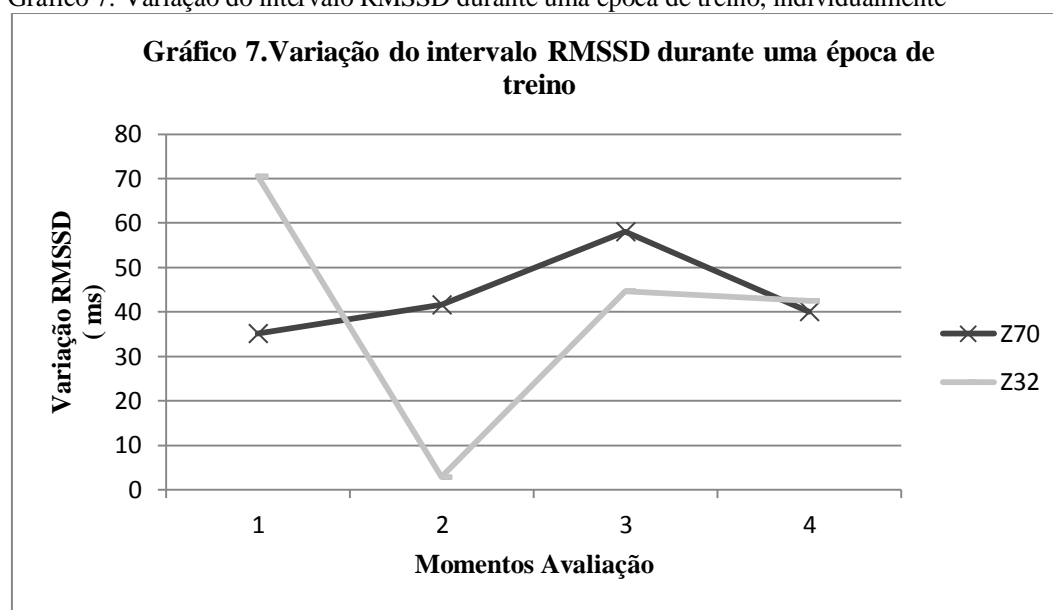




O gráfico 7, mostra a variação do intervalo do RMSSD. Este parâmetro demonstra uma maior variação obtida por alguns indivíduos. O indivíduo **z32** evidencia um pico no 1º momento (70ms), verificando-se uma descida para o momento dois e uma subida para o terceiro momento, mantendo-se uniforme até ao quarto e último momento.

Por sua vez, o indivíduo **z70** demonstra uma variação uniforme neste parâmetro de avaliação, verificando-se um aumento gradual do primeiro até ao terceiro momento com uma ligeira quebra no quarto momento. Estas alterações estarão na base aeróbia de treino.

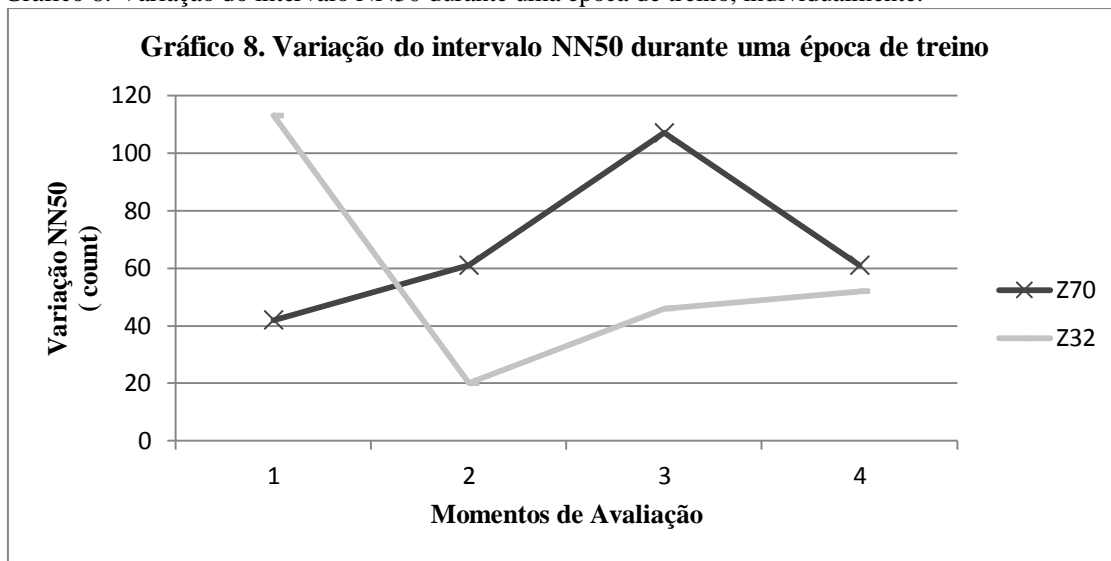
Gráfico 7. Variação do intervalo RMSSD durante uma época de treino, individualmente



Tal como verificamos no gráfico anterior, o mesmo verificamos no gráfico 8 percebendo-se uma grande diversidade no parâmetro de variação do intervalo NN50. Observamos vários picos nos momentos de avaliação. Por um lado, o indivíduo **z32** obteve um pico decrescente do primeiro para o segundo momento de avaliação, por outro lado, o indivíduo **z70** evidencia um aumento do NN50 e uma diminuição do terceiro para o quarto momento de avaliação.

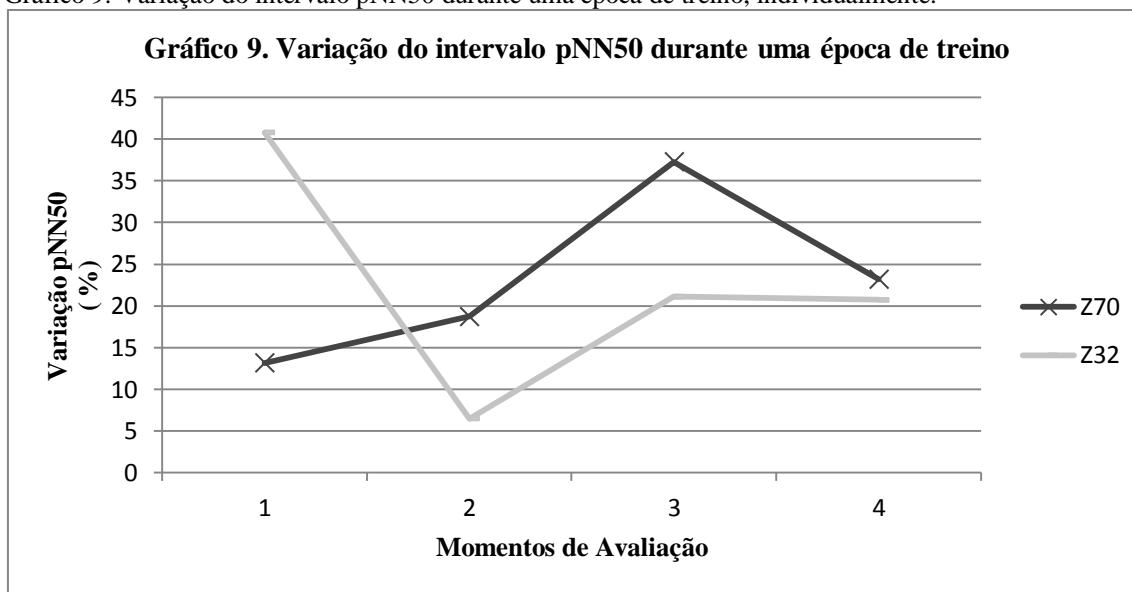
Para o indivíduo **z70** o valor mais alto foi obtido no terceiro momento, enquanto o indivíduo **z32** o obteve no primeiro momento de avaliação.

Gráfico 8. Variação do intervalo NN50 durante uma época de treino, individualmente.



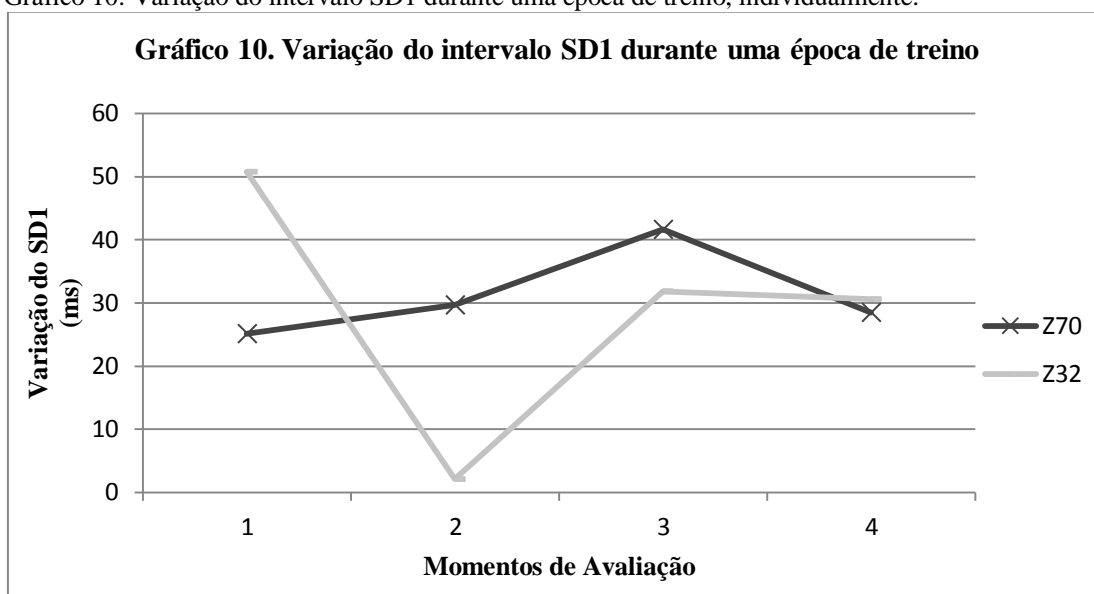
Igualmente ao gráfico anterior, podemos observar pelo gráfico 9 que, relativamente ao intervalo pNN50, este demonstra uma variação diferente entre os dois indivíduos, o **z32** e o **z70**. Deste modo, verifica-se que o indivíduo **z32** obteve o registo mais elevado no primeiro momento o indivíduo **z70** evidenciam um comportamento semelhante ao parâmetro analisado anteriormente.

Gráfico 9. Variação do intervalo pNN50 durante uma época de treino, individualmente.



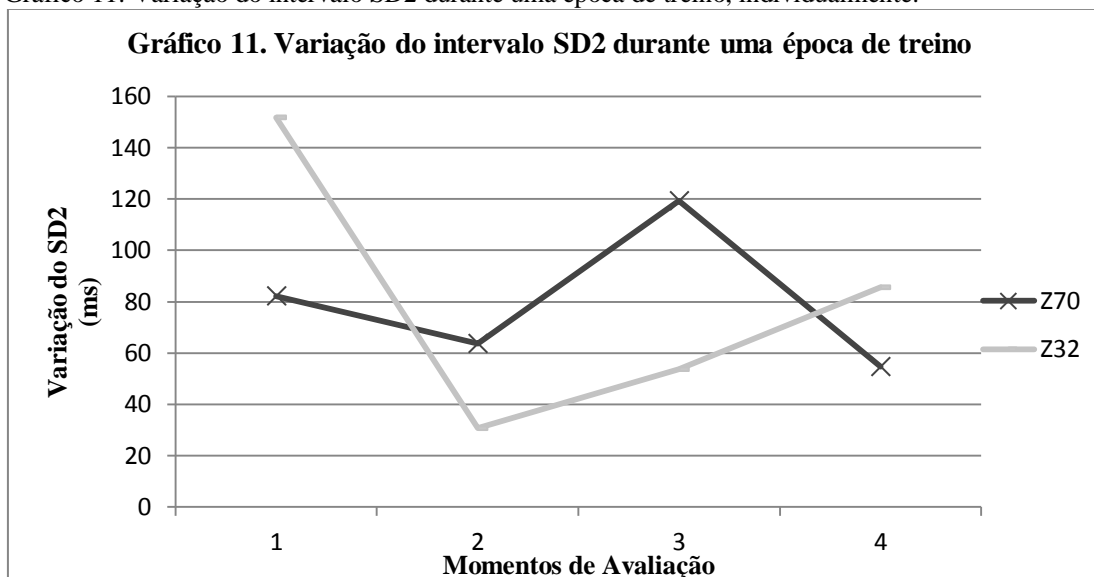
O indivíduo **z32** no parâmetro SD1 obteve um decréscimo no desempenho competitivo, algo verificado no segundo momento através dos valores muito baixos neste parâmetro. Contudo, apresentou um valor no primeiro momento de avaliação superior a todos os outros momentos do indivíduo **z70**. Por sua vez, o indivíduo **z70** apresenta valores mais constantes neste item.

Gráfico 10. Variação do intervalo SD1 durante uma época de treino, individualmente.



Nos valores do indivíduo **z32** verifica-se a existência de uma variação do primeiro para o segundo momento obtendo um valor mais elevado no quarto momento após um crescimento constante. O indivíduo **z70** demonstra uma pequena variação no segundo e no quarto momento, sendo os valores nestes momentos muito similares. Este indivíduo apresentou o seu valor mais elevado no terceiro momento, ainda assim mais baixo que o verificado no primeiro momento com o indivíduo **z32**.

Gráfico 11. Variação do intervalo SD2 durante uma época de treino, individualmente.



## Capítulo V – Conclusões e Recomendações

Neste capítulo serão apresentadas as suas principais conclusões, tendo em conta os resultados e a respetiva discussão apresentadas no capítulo anterior. Serão também apresentadas seguidamente algumas recomendações/ sugestões para estudos e investigações futuras.

### 1. Conclusões

Numa primeira fase deste estudo concluiu-se que não existem diferenças significativas na variação da frequência cardíaca entre os sexos. Contrariamente, Jensen et al (1997) verificaram que os indivíduos do sexo feminino têm uma variação da frequência cardíaca mais baixa que os indivíduos no sexo masculino.

Embora não se tenham verificado diferenças significativas entre os sexos procedeu-se à análise dos mesmos parâmetros, mas de forma individual comparando-os no seu desempenho competitivo.

Assim sendo, analisando a amostra neste parâmetro (desempenho competitivo) verificou-se a existência de um decréscimo do mesmo num indivíduo e uma melhoria em seis dos mesmos. Contudo, cinco indivíduos não apresentaram alterações no seu desempenho competitivo. Desta forma, podemos concluir que os indivíduos sofreram o efeito das adaptações do treino aeróbio, o efeito da recuperação, tal como o efeito da fadiga emergindo a certeza comum de que este estado constitui fator limitador do desempenho humano em diversas realidades, nomeadamente a do treino desportivo (Silva, 2006).

Verificou-se também uma variação uniforme do intervalo RR. O indivíduo que obteve uma maior melhoria no desempenho competitivo teve uma variação de RR sem qualquer pico e, por sua vez, o indivíduo que evidenciou um decréscimo no desempenho competitivo obteve uma variação do intervalo RR com dois picos, do primeiro para o segundo momento de avaliação e deste para o terceiro.

Outro resultado observado foi a existência de uma variação do intervalo do RMSSD, sendo que alguns indivíduos demonstraram uma grande variação.

Averiguou-se que o pico de carga das UAC foi atingido em momentos diferentes de avaliação pelos distintos escalões. Assim sendo, os juvenis revelaram o pico de carga no segundo momento de avaliação enquanto, os juniores e seniores atingiram no terceiro momento de avaliação.

A frequência cardíaca é um mecanismo simples, mas muito informativo sobre os parâmetros cardiovasculares e útil para o treino quotidiano e competitivo, uma vez que, relacionando com outros fatores faculta vários indicadores pertinentes. Relativamente aos parâmetros avaliados na frequência cardíaca, constatou-se que não existiram diferenças significativas entre os sexos. Contudo, e tratando a amostra como um todo, verificaram-se diferenças significativas nos parâmetros do domínio temporal, tendo-se observado o nível de significância destes entre o primeiro e o quarto momentos de avaliação.

Ao longo dos momentos de avaliação verificou-se que 50% da amostra obteve uma melhoria do seu desempenho competitivo do primeiro para o quarto momento de avaliação, demonstrando desta forma a importância das cargas de treino para evolução dos nadadores.

No intervalo pNN50 verificou-se uma grande variação entre os indivíduos, observando-se vários picos ao longo dos vários momentos de avaliação.

O parâmetro SD1 evidenciou uma variação uniforme, destacando-se dois indivíduos que demonstraram alguns picos. Um deles obteve uma maior melhoria no desempenho competitivo, tal verificado no segundo momento através dos valores muito baixos. Por sua vez, outro indivíduo a destacar revelou ser constante neste parâmetro.

## **2. Recomendações / Sugestões**

Segue um conjunto de recomendações para a realização de futuras investigações nesta linha de pesquisa:

- Alargar o leque da amostra;
- Analisar a Variabilidade da Frequência Cardíaca depois do período “Taper”;
- Comparar a Variabilidade da Frequência Cardíaca entre atletas de nível internacional e de nível nacional;
- • Analisar a Variabilidade da Frequência Cardíaca durante uma época desportiva, ou seja, aumentar o período de avaliação;
- Analisar não só a Variabilidade da Frequência Cardíaca, como outros componentes que interferem no processo de treino.

## Capítulo VI

### 1. Referências Bibliografia

- Akselrod, S, Gordon D., & Ubel F. (1981). Power spectrum analysis of heart rate fluctuations: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, 213 (4504): 220-2.
- Alves, F. (2000). O treino de Resistência e as Zonas de Intensidade. Caderno técnico de Natação, 8. Oeiras: Direcção Técnica Nacional da Federação Portuguesa de Natação.
- Alves, F. (2004) O Treino das qualidades físicas – a resistência. Metodologia do treino. Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana.
- Alves, F. (2006) A síndrome do sobre-treino. In Silva, P. A. (Ed), *Fadiga e Desempenho* (55-67) Faculdade de Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa.
- Armstrong L.E. & VanHeest J.L. (2002). The unknown mechanism of the overtraining syndrome: clues from depression and psychoneuroimmunology. *Sports Med.*, 32(3): 185-209.
- Atlaoui, D., Pichot, V., Lacoste, L., Barale, F., Lacour, J-R., & Chatard, J-C. (2006). Heart rate variability, training variation and performance in elite swimmers. In *Proceedings first international symposium sciences and practices in swimming*. Ed: Philippe-Hellard, Michael Sidney, Claude Fauquet e Didier Lehénaff. Atlantica, 201-4.
- Aubert AE, Seps B, Beckers F (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Med*, 33(12):889-919.
- Aubert AE, Beckers F, Ramaekers D (2001). Short-term heart rate variability in young athletes. *J Cardiol*, 37 Suppl 1: 85-8.
- Bishop, D. & Jenkins, D.J. (1996). The influence of resistance training on the critical power function & time to fatigue at critical power. *The Australian Journal Of Science and Medicine in Sports*, 28 (4), 101-105



- Bompa, T.O. (1999). *Periodization: Theory and methodology of training*. 4th Edition. Champaign: Human Kinetics.
- Cavanagh, & Kram. (1985). The efficiency of human movement – a statement of the problem. *Medicine and Science in Sport and exercise*, 17, 35–39.
- Derkele, J.; Pelayo, P.; M & Marais, G. (1999). Determination of critical speed in relation to front crawl swimming performances. In P. Parisi, F. Pigozzi, G. Prinzi (Eds), *Proceedings of the 4<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sports Science*, pp.127. Roma, Itália: Rome University Institute of Motor Sciences.
- Dekerle, J., Pelayo, P., Brickley, G., & Carter, H. (2003). 3<sup>èmes</sup> Journées Spécialisées de Natation de Lille. Documento não publicado
- Dimitriou, L., Sharp, N. C. C. & Doherty, M. (2002). Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers. *British Journal of Sports Medicine*, 36:260-264
- Fernandes, R, Guerra, S., Lamares, J.P., & Vilas-Boas, J.P. (2000). Critical velocity in swimming: there are different methodologies for its determination. In: J. Avela, P. Komi and J. Komulainen (eds.), *Proceedings of the 5<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science*, pp.260. University of Jyväskylä, Finland.
- Fragoso I., Vieira F. (2000b). *Morfologia e Crescimento – Curso Prático*. Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa.
- Gleeson, M., McDonald, W. A., & Pyne, D. B. et al. (1999). Salivary Ig-A levels and infection risk in elite swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 31(1):67-73.
- Gleeson, M., McDonald, W. A., Cripps, & A. W. et al. (1995). The effect on immunity of long-term intensive training in elite swimmers. *Clinical and experimental Immunology* 102 (1): 210-216.
- Halsom S. L., Bridge M. W., Meeusen R., Busschaert B., Gleeson M., Jones D. A., & Jeukendrup A.E., (2002). Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. *J Appl Physiol*, 93(3): 947-56.

- Hellard, P., Cattaneo, S., Houel, N., Schmidt, L., Barale, F., Lacoste, L., & Rey, J.L. (2006). Mixed – model analysis of the relationship between training loads and heart rate variability in elite swimmers. *Swimming Physiology and Biochemistry*.
- Jensen – Urstad. K., Storck. N., & Bouvier. F. (1997). Heart rate variability in healthy subjects is related to age and gender. *Acta Physiology Scandinavia*, 160 (3): 235-241
- Mackinnon L. T. (2000). Chronic exercise training effects on immune function. *Medicine Science Sports Exercise*. 32(7 Suppl):S369-376
- Maglisho, E. (1993). *Swimming even faster*. USA: Mayfield Publishing Company.
- Maglisho, E. (2003). *Swimming Fasted – The Essential Reference on Technique, Training, and Program Design*. Champaign: Human Kinetics;
- Mujika, et al. (1995). Effects of Training on Performance in Competitive Swimming *Can. J. Appl. Physiol*. 20: 395-406. Canadian Society for Exercise Physiology
- Navarro, F. (2001). *Planificación y Control del Entrenamiento en Natación*. Madrid: Gymnos
- Pereira, G. P. (1994). *Contributo para a Caracterização Fisiológica da Natação de Competição*. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa: FMH.
- Pichot V, Roche F, Gaspoz JM, Enjolras F, Antoniadis A, Minini P, Costes F, Busso T, Lacour JR, Barthelemy JC (2000). Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Med Sci Sports Exerc*, 32(10): 1729-36.
- Raposo, A. V. (2002). *O Planeamento do Treino Desportivo*, Editorial Caminho, Lisboa.
- Rodriguez, F.A., Moreno, D., & Keskinen, K.L. (2003). Validity of a two-distance simplified testing method for determining critical swimming velocity. In: Chatard, J.C. (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*, pp.385-390. Saint-Étienne, Publications de L'Université de Saint-Étienne.
- Sacknoff DM, Gleim GW, Stachenfeld N, Coplan NL (1994). Effect of athletic training on heart rate variability. *Am Heart J*, 127(5): 1275-8.

- Silva, P. A., (2006). Fadiga: um século de investigação. In Silva, P. A. (Ed), Fadiga e Desempenho (pp 13-31) Faculdade de Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa.
- Snyder, A.C., Jeukendrup, A.E., Hesselink, M.K., Kuipers, H., & Foster, C. (1993). A physiological/psychological indicator of over-reaching during intensive training. *Int J Sports Med.*, 14(1): 29-32.
- Teixeira, A., & Rama, L., (2004). Workload and perception of an International Breaststroke Swimmer Using the 7 x 200-m Step Test. *International Journal of Sports Physiology and Performance*; 1:172-175. Human Kinetics, Inc.
- Verkoshanskij, Y. (1982). Principios del Entrenamiento para atletas de elite, *Modern Athlete and Coach*
- Vilas-Boas, J.P., Lamares, J.P., Fernandes, R., & Duarte, J.A. (1997a). Relationship between anaerobic threshold and swimming critical speed determined with competition times. In: Abstracts book of the FIMS 9<sup>th</sup> European Congress of Sports Medicine, Porto, 88-91.
- Viru, A. (1991). Acerca de los Microciclos de Entrenamiento, *Stadium*, 146:19 – 23.
- Wakayoshi, K., Ikuta, K., Yoshida, T., Udo, M., Moritani, T., Mutoh, Y., & Miyashita, M. (1992a). Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in competitive swimmer. *European Journal Applied Physiology*, 64 (2), 153-157.
- Wilmore, J., & Costill, D. (1994). *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics.
- Zhelyazkov, T. (2001). *Base del Entrenamiento Deportivo* (2001) Ed. Paidotribo. Barcelona.

## Anexos

### CALENDÁRIO DESPORTIVO DOS NADADORES

#### JUVENIS JUNIORES E SENIORES

#### Época de Inverno 2011/2012 (Setembro 2011 a Abril 2012)

PROVA	DATA	LOCAL
<b>INÍCIO DO ANO LECTIVO</b>	08-15 Setembro	
<b>AVALIAÇÕES</b>	12-16 Setembro 19-23 Setembro 26-30 Setembro 3-10 Outubro	
Festival de Abertura de Juvenis, Juniores e Seniores	22/23 Outubro	-
Torneio Regional de Juvenis (Piscina Curta)	12/13 Novembro	-
Campeonatos Regionais Absolutos de Lisboa (Piscina Curta)	18/19/20 Novembro	-
Torneio Inter-Clubes (ABVE)	27 Novembro	Estoril (Alapraia)
Torneio Regional de Fundo Juvenis / Inf	3/4 Dezembro	-
Campeonatos Absolutos de Portugal (Juniores e Seniores) (Piscina Curta)	2/3/4 Dezembro	Silves
Campeonato Nacional de Clubes (3ª e 4ª divisões)	10/11 Dezembro	Cantanhede
Campeonato Nacional de Clubes (1ª e 2ª divisões)	17/18 Dezembro	Mealhada
<b>FÉRIAS NATAL</b>	17 Dezembro (Sáb) a 02 Janeiro (Seg)	
<b>AVALIAÇÕES</b>	19-22 Dezembro 27-29 Dezembro	
Festival de Janeiro Juvenis / Inf	21/22 Janeiro	
<b>AVALIAÇÕES</b>	06-10 Fevereiro 13-17 Fevereiro 20-24 Fevereiro	
<b>FÉRIAS CARNAVAL</b>	18 Fevereiro (Sáb) a 22 Fevereiro (Qua)	
Meeting Internacional da Póvoa de Varzim	4/5 Fevereiro	Póvoa de Varzim
XVII Meeting Internacional do Estoril	18/19 Fevereiro	Estoril (Alapraia)
Meeting Internacional de Lisboa	25/26 Fevereiro	Jamor
Campeonatos Regionais de Juvenis, Juniores, Seniores / Open de Lisboa	9/10/11 Março	
Campeonatos Nacionais de Juvenis Inverno (Piscina Longa)	23/24/25 Março	Póvoa de Varzim
Campeonatos Nacionais de Juniores e Seniores (Piscina Longa)	5/6/7 Abril	Coimbra
<b>FÉRIAS PÁSCOA</b>	24 Março (Sáb) a 09 Abril (Seg)	
<b>AVALIAÇÕES</b>	12-16 Março 19-23 Março 26-29 Março	

Após realização do teste t, dividiu-se os resultados dos parâmetros da FC em domínio da frequência e domínio do tempo. Seguem as tabelas com os resultados gerais.

Parâmetros no Domínio da Frequência	t	p
VLF_Hz_M1 - VLF_Hz_M4	-.537	.602
VLF_Hz_M2 - VLF_Hz_M3	-.834	.422
VLF_Hz_M2 - VLF_Hz_M4	-1,021	.329
VLF_Hz_M3 - VLF_Hz_M4	-.287	.780
LF_Hz_M1 - LF_Hz_M2	1,461	.172
LF_Hz_M1 - LF_Hz_M3	1,256	.235
LF_Hz_M1 - LF_Hz_M4	1,575	.144
LF_Hz_M2 - LF_Hz_M3	-.560	.587
LF_Hz_M2 - LF_Hz_M4	.161	.875
LF_Hz_M3 - LF_Hz_M4	.764	.461
HF_Hz_M1 - HF_Hz_M2	1,809	.098
HF_Hz_M1 - HF_Hz_M3	.635	.538
HF_Hz_M1 - HF_Hz_M4	-1,245	.239
HF_Hz_M2 - HF_Hz_M3	-2,130	.057
HF_Hz_M2 - HF_Hz_M4	-2,031	.067
HF_Hz_M3 - HF_Hz_M4	-1,445	.176
VLF_ms2_M1 - VLF_ms2_M2	.874	.401
VLF_ms2_M1 - VLF_ms2_M3	.634	.539
VLF_ms2_M1 - VLF_ms2_M4	.893	.391
VLF_ms2_M2 - VLF_ms2_M3	-.517	.615
VLF_ms2_M2 - VLF_ms2_M4	-.061	.952
VLF_ms2_M3 - VLF_ms2_M4	.533	.605
LF_ms2_M1 - LF_ms2_M2	.368	.720
LF_ms2_M1 - LF_ms2_M3	-.510	.620
LF_ms2_M1 - LF_ms2_M4	-1,142	.278
LF_ms2_M2 - LF_ms2_M3	-1,149	.275
LF_ms2_M2 - LF_ms2_M4	-1,245	.239
LF_ms2_M3 - LF_ms2_M4	-.454	.658
HF_ms2_M1 - HF_ms2_M2	-1,230	.245
HF_ms2_M1 - HF_ms2_M3	-.566	.583
HF_ms2_M1 - HF_ms2_M4	-1,546	.150
HF_ms2_M2 - HF_ms2_M3	1,520	.157
HF_ms2_M2 - HF_ms2_M4	-.758	.464
HF_ms2_M3 - HF_ms2_M4	-1,444	.177
VLF_perc_M1 - VLF_perc_M2	-1,016	.332
VLF_perc_M1 - VLF_perc_M3	1,549	.150
VLF_perc_M1 - VLF_perc_M4	.265	.796
VLF_perc_M2 - VLF_perc_M3	1,397	.190
VLF_perc_M2 - VLF_perc_M4	.914	.380
VLF_perc_M3 - VLF_perc_M4	-.538	.601
LF_perc_M1 - LF_perc_M2	.867	.405
LF_perc_M1 - LF_perc_M3	-.728	.482
LF_perc_M1 - LF_perc_M4	1,835	.094
LF_perc_M2 - LF_perc_M3	-1,382	.194
LF_perc_M2 - LF_perc_M4	.848	.414
LF_perc_M3 - LF_perc_M4	3,060	.011
HF_perc_M1 - HF_perc_M2	-.429	.676
HF_perc_M1 - HF_perc_M3	.368	.720
HF_perc_M1 - HF_perc_M4	-1,320	.214
HF_perc_M2 - HF_perc_M3	.665	.520
HF_perc_M2 - HF_perc_M4	-.930	.372
HF_perc_M3 - HF_perc_M4	-1,838	.093
LF_nu_M1 - LF_nu_M2	.492	.633
LF_nu_M1 - LF_nu_M3	-.428	.677
LF_nu_M1 - LF_nu_M4	1,493	.164
LF_nu_M2 - LF_nu_M3	-.764	.461
LF_nu_M2 - LF_nu_M4	.960	.358
LF_nu_M3 - LF_nu_M4	2,059	.064
HF_nu_M1 - HF_nu_M2	-.492	.633
HF_nu_M1 - HF_nu_M3	.428	.677
HF_nu_M1 - HF_nu_M4	-1,488	.165
HF_nu_M2 - HF_nu_M3	.764	.461
HF_nu_M2 - HF_nu_M4	-.957	.359
HF_nu_M3 - HF_nu_M4	-2,053	.065
LFHF_ratio_M1 - LFHF_ratio_M2	-.642	.534
LFHF_ratio_M1 - LFHF_ratio_M3	-.476	.644
LFHF_ratio_M1 - LFHF_ratio_M4	1,593	.140
LFHF_ratio_M2 - LFHF_ratio_M3	.008	.994
LFHF_ratio_M2 - LFHF_ratio_M4	1,680	.121
LFHF_ratio_M3 - LFHF_ratio_M4	1,280	.227

Parâmetros no Domínio do Tempo	t	p
RR_M1 - RR_M2	,592	,566
RR_M1 - RR_M3	-1,477	,168
RR_M1 - RR_M4	-3,318	<u>,007</u>
RR_M2 - RR_M3	-2,045	,065
RR_M2 - RR_M4	-4,264	<u>,001</u>
STD_RR_M1 - STD_RR_M2	-,622	,546
STD_RR_M1 - STD_RR_M3	-,600	,561
STD_RR_M1 - STD_RR_M4	-2,116	,058
STD_RR_M2 - STD_RR_M3	,323	,753
STD_RR_M2 - STD_RR_M4	-,868	,404
STD_RR_M3 - STD_RR_M4	-1,165	,269
HR_M1 - HR_M2	-,769	,458
HR_M1 - HR_M3	1,132	,282
HR_M1 - HR_M4	2,706	<u>,020</u>
HR_M2 - HR_M3	1,864	,089
HR_M2 - HR_M4	2,989	<u>,012</u>
HR_M3 - HR_M4	2,379	<u>,037</u>
STD_HR_M1 - STD_HR_M2	-1,062	,311
STD_HR_M1 - STD_HR_M3	,133	,897
STD_HR_M1 - STD_HR_M4	-,206	,840
STD_HR_M2 - STD_HR_M3	1,325	,212
STD_HR_M2 - STD_HR_M4	,766	,460
STD_HR_M3 - STD_HR_M4	-,280	,785
RMSSD_M1 - RMSSD_M2	-,703	,497
RMSSD_M1 - RMSSD_M3	-,756	,466
RMSSD_M1 - RMSSD_M4	-2,432	<u>,033</u>
RMSSD_M2 - RMSSD_M3	,386	,707
RMSSD_M2 - RMSSD_M4	-1,244	,239
RMSSD_M3 - RMSSD_M4	-1,692	,119
NN50_M1 - NN50_M2	-,637	,537
NN50_M1 - NN50_M3	-,290	,777
NN50_M1 - NN50_M4	-2,290	<u>,043</u>
NN50_M2 - NN50_M3	,733	,479
NN50_M2 - NN50_M4	-1,422	,183
NN50_M3 - NN50_M4	-1,969	,075
pNN50_M1 - pNN50_M2	-,582	,573
pNN50_M1 - pNN50_M3	-,599	,562
pNN50_M1 - pNN50_M4	-2,757	<u>,019</u>
pNN50_M2 - pNN50_M3	,231	,821
pNN50_M2 - pNN50_M4	-2,061	,064
pNN50_M3 - pNN50_M4	-2,206	<u>,050</u>
RR_triindex_M1 - RR_triindex_M2	-,320	,755
RR_triindex_M1 - RR_triindex_M3	-,037	,971
RR_triindex_M1 - RR_triindex_M4	-1,700	,117
RR_triindex_M2 - RR_triindex_M3	,459	,655
RR_triindex_M2 - RR_triindex_M4	-1,271	,230
RR_triindex_M3 - RR_triindex_M4	-1,883	,086
TINN_M1 - TINN_M2	-,482	,639
TINN_M1 - TINN_M3	-,462	,653
TINN_M1 - TINN_M4	-1,962	,076
TINN_M2 - TINN_M3	,209	,838
TINN_M2 - TINN_M4	-,825	,427
TINN_M3 - TINN_M4	-1,011	,334
SD1_M1 - SD1_M2	-,699	,499
SD1_M1 - SD1_M3	-,756	,466
SD1_M1 - SD1_M4	-2,435	<u>,033</u>
SD1_M2 - SD1_M3	,375	,715
SD1_M2 - SD1_M4	-1,244	,239
SD1_M3 - SD1_M4	-1,690	,119
SD2_M1 - SD2_M2	-,495	,631
SD2_M1 - SD2_M3	-,205	,841
SD2_M1 - SD2_M4	-1,542	,151
SD2_M2 - SD2_M3	,571	,580
SD2_M2 - SD2_M4	-,689	,505
SD2_M3 - SD2_M4	-,968	,354